



**Universidade de Aveiro**  
**Ano 2018**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**PEDRO MIGUEL  
SANTOS APARÍCIO**

**OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS DE  
DISTRIBUIÇÃO NA PRIO ENERGY SA**



**Universidade de  
Aveiro  
Ano 2018**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

## **PEDRO MIGUEL SANTOS APARÍCIO      OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS DE DISTRIBUIÇÃO NA PRIO ENERGY SA**

Projeto de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Ana Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

## **o júri**

presidente

Prof. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Bernardo Sobrinho Simões de Almada Lobo  
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Quero agradecer a todos os colaboradores da empresa onde realizei o projeto, uma vez que cada um deles sem exceção me ajudaram a ter uma rápida adaptação à realidade em que estive inserido, demonstrando-se sempre disponíveis a colaborar no que fosse necessário.

No mesmo sentido, à professora Ana Moura, minha orientadora da universidade, revelou-se uma mais valia para a realização de todo o projeto, encontrando-se sempre bastante presente e informada à medida que o mesmo foi sendo desenvolvido, constituindo uma ajuda fundamental para o ultrapassar das dificuldades que surgiram durante todo o processo.

Por último, agradecer à minha família, pais e irmão, que desde sempre me têm acompanhado no meu percurso académico, sendo eles a principal razão pela qual consegui atingir todos os objetivos a que me propus.

## palavras-chave

Distribuição; Custos logísticos; Otimização de processos; Combustíveis.

## resumo

Hoje em dia o mercado de combustíveis é bastante competitivo, onde existem várias empresas líderes de mercado que competem entre si, quer ao nível de preços, quer ao nível de qualidade do produto. A Prio Energy SA é uma das empresas que possui uma maior quota de mercado neste ramo, tendo um portfólio bastante abrangente de parceiros, clientes e consumidores. Para além desta faceta de sucesso, como qualquer outra empresa, um dos principais objetivos que persegue diariamente é a rentabilidade financeira e a possibilidade de obter o maior lucro possível, sem nunca perder o foco na qualidade do produto e do serviço.

Este estudo está inserido no departamento de logística desta empresa, onde diariamente é definido o transporte dos combustíveis líquidos, quer para os locais de venda próprios da empresa, quer para os seus clientes diretos. O departamento realiza o transporte através da subcontratação de transportadoras, onde cada uma delas utiliza cisternas com elevadas capacidades. Uma parte substancial dos gastos do departamento prendem-se com o valor que se paga por esse serviço, sendo o custo definido individualmente por cada viagem, existindo parâmetros acordados entre as duas partes que permitem calcular, para cada uma das viagens, o valor a pagar à transportadora que a realizou. O objetivo do estudo passa por otimizar os custos de distribuição através de uma nova forma de atribuição de custos, diferenciando-se do anterior pelos parâmetros usados para o seu cálculo. Desta forma, e com o objetivo de averiguar as vantagens obtidas com a solução proposta, ao longo do período de análise foram determinados custos para os dois tipos de formatos, comparando dessa forma as duas hipóteses. O estudo foi realizado com uma das transportadoras, e com número limitado de cisternas, no qual, diariamente, eram definidas quais as viagens a serem cobradas através do novo formato de custo.

Para obter os melhores resultados possíveis, construiu-se uma ferramenta em Excel, com apoio de Macros e VBA, que permitisse escolher a melhor combinação de viagens para o dia seguinte, isto é, as viagens que apresentassem o saldo mais positivo aquando da comparação do custo associado à atribuição antiga com o formato novo. No final, foi possível observar que o novo formato de custo testado neste estudo permitiu uma poupança considerável durante esse período, sendo necessário para maximizar esse valor uma escolha criteriosa das viagens a serem alocadas ao novo formato.

**keywords**

Distribution; Logistics costs; Process optimization; Fuels.

**abstract**

Nowadays the fuels market is a very competitive market, where there are several leading companies that compete with each other, both in terms of prices and the level of product quality. Prio Energy SA is one of the companies with the largest market share in this segment, having a very wide portfolio of partners, customers and consumers. In addition to this facet of success, like any other company, one of the main goals that it seeks every day is the financial profitability and the possibility of obtaining the highest possible profit without ever lose focus on the quality of the product and service.

This study is involved in the logistics department of this company, where the daily transportation of liquid fuels is defined, both for the company's own sales outlets and for its direct customers. The department carries out the transport through outsource carriers, each of which uses cisterns with high capacities. A substantial part of the cost of the department is related to the amount paid for that service, which is defined individually for each trip, and there are parameters agreed between the two parts that allow to calculate, for each of the trips, the amount to pay to the carrier that made it. The goal of the study is to optimize distribution costs through a new form of cost allocation, differing from the previous one by the parameters used for its calculation. So, the study was carried out alongside with one of the carrier's companies, using a limited number of cisterns, in which, daily, the trips to be charged through the new cost format were defined.

To obtain the best possible results, an Excel tool was built with Macros and VBA support that would allow to choose the best combination of trips for the next day, that is, trips that presented the most positive balance when comparing the cost associated with the old format with the new one. In the end, it was possible to observe that the new format of costs allowed a substantial saving during this period, being necessary to maximize this value a judicious choice of the trips to being allocated to the new format.

# Índice

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	iii
1. Introdução .....	1
1.1 Motivação e contextualização do trabalho .....	2
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia .....	3
2. Revisão de Literatura .....	5
2.1 Evolução da Logística .....	5
2.2 Automatização de processos .....	7
2.3 Outsourcing .....	9
2.4 Mercado combustíveis .....	12
3. Caso Prático .....	15
3.1 Apresentação da empresa .....	15
3.2 Aprovisionamento e Gestão Distribuição .....	16
3.3 Apresentação do problema .....	17
4. Abordagem desenvolvida para a resolução do problema .....	19
4.1 Situação atual .....	19
4.2 Novo formato de custo .....	22
4.3 Carro Fixo Sul .....	24
4.3.1 Definição dos parâmetros .....	25
4.3.2 Análise diária das viagens .....	28
4.4 Carro fixo Norte .....	32
4.4.1 Definição dos parâmetros .....	33
4.5 Substituição raios errados .....	36
4.5.1 Resultados da alteração .....	40
4.5.2 Influência no Carro fixo .....	42
4.6 Ferramenta de decisão .....	43
4.6.1 Introdução de dados .....	45
4.6.2 Elaboração bases de dados .....	46
4.6.3 <i>Elaboração das combinações</i> .....	52
5. Análise da abordagem proposta e apresentação de resultados .....	59

5.1 Solução final .....	59
5.2 Outras análises e funcionalidades.....	63
5.3 Evolução da ferramenta .....	67
5.4 Solver .....	69
5.5 Resultados .....	78
6. Conclusão .....	85
6.1 Trabalhos futuros .....	89
7. Referência Bibliográficas .....	91



## Índice de Figuras

Figura 1 - Sistema de raios - AutoRoute.....	20
Figura 2 - Base de dados carro fixo Sul.....	25
Figura 3 - Custo Fixo Sul .....	26
Figura 4 - Lista final de hipóteses do carro Sul.....	27
Figura 5 - Comparação carga a carga .....	29
Figura 6 – Histórico das viagens .....	31
Figura 7 - Diferença de km .....	31
Figura 8 - Base de dados Norte .....	34
Figura 9 - Custo fixo Norte .....	35
Figura 10 - Histórico carro fixo Norte.....	36
Figura 11 - Raios usados para cada zona de transporte.....	37
Figura 12 - Sistema de Raios .....	38
Figura 13 - Divisão zonas de transporte.....	40
Figura 14 - Poupança raios PA Lisboa Avenida Roma .....	41
Figura 15 - Poupança raios PA Alta de Lisboa .....	42
Figura 16 - Informação bruta .....	46
Figura 17 – BD divisão por zonas.....	47
Figura 18 – BD escolha do carro.....	48
Figura 19 - BD indicações horárias .....	48
Figura 20 - BD parâmetros custo.....	50
Figura 21 - Tratamento de dados.....	53
Figura 22 - Dados copiados .....	54
Figura 23 - Lista de hipóteses.....	55
Figura 24 - Opções divididas por viagens.....	60
Figura 25 - Exemplo de solução.....	61
Figura 26 - Informação da solução final.....	62
Figura 27 - Menu inicial.....	64
Figura 28 - Mensagem para colocar dados de entrada.....	65
Figura 29 - Botões das várias soluções.....	65

Figura 30 - Botões suplementares.....	66
Figura 31 - Formulário combinação individual.....	67
Figura 32 - Botão Solver .....	70
Figura 33 - Dados para o Solver.....	70
Figura 34 - Restrições duração e rentabilidade.....	71
Figura 35 - Eliminar duplicados .....	72
Figura 36 – Definição Solver .....	73
Figura 37 - Indicar células binárias .....	74
Figura 38 – Definir durações .....	75
Figura 39 - Restrição duração por turno .....	76
Figura 40 - Função objetivo solver .....	76
Figura 41 - Rentabilidade individual solver .....	76
Figura 42 - Restrições Solver .....	77
Figura 43 - Folha custo transporte .....	79
Figura 44 - Dados fornecidos para o novo formato .....	80
Figura 45 – Comparação dos 2 formatos de custo.....	81
Figura 46 - Diferença de km previstos versus reais.....	83
Figura 47 - Perda com erros de km .....	84

## **1. Introdução**

As características do mercado internacional estão desde sempre em constante evolução, nomeadamente no que diz respeito às facilidades de transação entre entidades de diferentes países. A globalização e a eliminação de fronteiras são cada vez mais uma realidade.

Hoje em dia as empresas encontram-se numa realidade bastante competitiva, onde existe uma grande variedade de empresas. Essa competitividade está presente em grande parte das indústrias do mercado, existindo várias empresas para responder às mesmas necessidades. Existem, inclusive, vários estudos que indicam que os períodos de vantagem competitiva por parte de uma empresa são cada vez menores, refletindo a realidade extremamente competitiva (Esper et al., 2007). Assim, é necessário que as empresas se reinventem e desenvolvam estratégias que permitam evoluir como empresa a nível interno, e que isso possibilite melhorias externas levando a uma melhor qualidade de serviço e consequentemente maior satisfação dos clientes e trabalhadores.

Neste sentido, dentro de uma empresa todos os setores são alvos de uma tentativa de melhoria contínua, com o objetivo de automatizar cada um dos seus processos, melhorar o desempenho de cada colaborador e, principalmente, ser capaz de conduzir à satisfação dos clientes e redução de custos. Sabemos que o grande objetivo de qualquer empresa é a obtenção de lucro e rentabilidade, sendo que, para isso, é necessário apostar numa melhoria completa que seja capaz de sustentar essa evolução e de contribuir para o objetivo final.

Um dos setores fundamentais para o bom funcionamento geral de uma empresa é o Departamento Logístico, responsável por tomar decisões que influenciam toda a cadeia de abastecimento da empresa, desde a relação com os fornecedores até à interação que se estabelece com os clientes. Para além disso, está inerente ao processo logístico grande parte dos custos de uma empresa, o que é revelador da importância de existir uma análise sobre o mesmo, tentando otimizar todos os seus aspetos e encontrar formas de reduzir os custos ao máximo, reduzindo dessa forma os custos globais da empresa.

A diferença do sucesso de uma empresa muitas vezes prende-se com esta capacidade de conseguir reduzir ao máximo os custos, aumentar a margem de lucro e aproveitar os lucros consequentes para investir no seu crescimento global.

## **1.1 Motivação e contextualização do trabalho**

A Prio Energy SA é uma empresa de armazenamento e distribuição de combustíveis, com sede na Gafanha da Nazaré. No entanto, grande parte do seu negócio consiste na distribuição de combustíveis por todo o país, pelo que necessita de transportar os diferentes tipos de produtos quer para os clientes, quer para os próprios postos de abastecimento.

Neste sentido, os custos de distribuição são uma grande preocupação do departamento de logística da empresa, uma vez que têm grande peso nos custos totais do setor. Agregada a esta ideia está o facto de o processo de distribuição não ser realizado pela própria empresa, mas sim através de um serviço subcontratado de transportadoras especializadas, que através de cisternas próprias e de acordo com as indicações providenciadas pelo departamento de logística realizam a distribuição dos combustíveis desde cada centro de expedição (CE), até aos postos geridos pela empresa bem como para os clientes que realizam encomendas diariamente.

Assim, um dos grandes esforços do departamento é o de reduzir os custos de distribuição afetos a esta atividade, contemplado no objetivo final de reduzir os custos logísticos totais.

## **1.2 Objetivos**

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo para desenvolver uma forma de reduzir os custos logísticos associados à distribuição dos diversos produtos vendidos pela empresa. Foi feita uma análise à forma de contratação do serviço de distribuição às empresas transportadoras com o intuito de perceber se o formato existente era o que mais minimizava os custos da empresa.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é encontrar uma forma de negociar com as empresas transportadoras uma nova solução de atribuição de custos às viagens feitas pelas suas cisternas, com o objetivo de reduzir os custos, usando o poder de negociação da empresa perante as transportadoras. O estudo consiste em perceber se o novo formato de atribuição de custos é efetivamente viável e rentável financeiramente, comparando os custos reais deste novo formato de pagamento, com o custo do formato implementado até então.

Para além disso, será desenvolvida uma ferramenta que permita de uma forma automatizada, decidir quais as viagens que são mais benéficas alocar a este novo formato de custos, tendo em conta os parâmetros dos quais depende, de forma a aumentar a rentabilidade da nova solução.

O objetivo passa por reduzir os custos globais associados à Logística, nomeadamente associados à distribuição dos combustíveis e, ao mesmo tempo, elaborar uma ferramenta que auxilie no apoio à decisão, de uma forma mais rápida e automática, que vise a melhor forma de chegar a esse objetivo.

### **1.3 Metodologia**

Para a realização do projeto foram seguidos determinados passos que culminaram no objeto final. O primeiro passo foi o de perceber adequadamente a realidade da empresa, o mercado no qual está inserida e a forma como está organizada, através de uma visita às instalações da empresa, e da apresentação das ideias e políticas gerais, feitas pelo departamento de Recursos Humanos. Depois de um conhecimento geral, passou-se ao departamento da logística e à análise de todo o processo, e das suas tarefas em particular.

No segundo passo foi desenvolvida uma revisão da literatura dos conceitos considerados importantes para introduzir os temas envolvidos no projeto, de forma a obtermos um maior conhecimento sobre eles. Esta fase foi conseguida através de uma pesquisa com base no que já tinha sido estudado por outros autores anteriormente, possibilitando que se pudesse encarar a realização do estudo e análise dos resultados com o maior conhecimento possível do tema estudado.

No terceiro passo, foi desenvolvida a alteração encontrada para solucionar o problema definido, e todos os parâmetros inerentes à mesma, traduzindo-se na base do estudo. Nesta fase as condições tiveram de ser discutidas e negociadas com as transportadoras, e a partir do acordo das duas partes, a solução passou a estar pronta a ser implementada e estudada ao longo de todo o período.

O quarto passo reporta à obtenção contínua de dados, que seriam usados posteriormente na análise de resultados, contribuindo para avaliar os benefícios da solução apresentada. Nesta fase foi construída uma base de dados que foi usada para a decisão de alocação das viagens à nova forma de atribuição de custos numa primeira fase, ao mesmo tempo que eram apontadas diariamente as viagens afetas à nova solução. Este passo prolongou-se desde o momento da decisão da alteração e da sua aplicação, até ao final do período de estudo, de forma a que a amostra de dados fosse suficientemente representativa.

O quinto passo surgiu a meio do quarto, devido à necessidade sentida durante o processo de decisão diária das cargas/viagens a alocar ao novo método de custo. Sentiu-se necessidade de desenvolver uma ferramenta que permitisse automatizar o processo diário de decisão das cargas afetas ao novo método de custo, facilitando e acelerando consideravelmente as decisões diárias.

Por último, e já no final do período de estudo, foi feita uma análise crítica aos dados obtidos, aos custos que efetivamente existiram, comparando com a situação hipotética da forma de custo antiga. Esta fase possibilitou tirar conclusões acerca das alterações realizadas, relativamente aos custos de distribuição, permitindo verificar se existiu melhoria.

## 2. Revisão de Literatura

Com o objetivo de suportar o estudo realizado, foi feita uma revisão de literatura em relação a vários tópicos relacionados com o departamento de logística e as suas atividades, permitindo contextualizar vários conceitos. Para além do que já foi estudado por vários autores anteriormente, é feita a ligação com a atualidade, nomeadamente ao mercado de combustíveis.

### 2.1 Evolução da Logística

A ideia de logística ganhou maior importância na 2ª Guerra Mundial, quando as forças militares se depararam com a necessidade de gerir e movimentar os seus bens como comida, medicamentos, equipamentos e os próprios militares (Neeraja & Mehta, 2014). Antes disso, o conceito não era totalmente menosprezado, existiam já algumas noções acerca da negociação de custos, tais como custos de transporte e custos de inventário, e estava assimilada a importância dos benefícios para qualquer organização de obter os bens certos, no local certo, no momento mais adequado possível.

No entanto, as organizações eram bem diferentes daquilo que acontece atualmente, nomeadamente na interação que existe entre departamentos e processos. A logística não fugia à regra, e as suas atividades encontravam-se separadas entre si, conduzindo a um departamento fragmentado. Nessa altura as empresas dividiam-se essencialmente em *Marketing*, Finanças e Produção, tendo cada uma das atividades responsabilidades e objetivos diferentes, provocando conflitos entre os departamentos e consequentemente limitando a qualidade do serviço prestado ao cliente (Ballou, 2007).

Apesar disso, hoje em dia, a sua importância é inegável, sendo uma doutrina muito discutida e valorizada por todas as empresas, sem exceção. Por isso, é de senso comum ser essencial que existam, quer nas universidades bem como dentro das empresas, cursos e programas de formação que permitam aos colaboradores perceber o que já foi estudado sobre os diversos temas que estão relacionados com as funções que vão desempenhar, de forma a serem mais eficazes e eficientes na sua tarefa. Neste sentido, os especialistas em logística, para além de procurarem as melhores formas de reduzir o custo logístico necessitam, simultaneamente, de direcionar o seu foco para a educação do *staff* da empresa. Através de um estudo a várias empresas foi possível verificar que as organizações variam muito entre si, nomeadamente na inserção do departamento de logística perante o resto da empresa, e permitiu provar que a

qualidade dos processos logísticos é consideravelmente mais elevada quando funcionários de outros departamentos possuem um conhecimento logístico mais alargado (Škerlič, 2017).

Assim, percebendo que outras áreas estavam muito mais desenvolvidas, sentiu-se a necessidade de desenvolver o tema em questão e perceber o que poderia ser melhorado de forma a otimizar as atividades relacionadas. Com o evoluir da logística e da distribuição física os conceitos foram variando, e cada vez mais a Logística começou a ser considerada uma doutrina mais complexa, envolvendo diversas atividades interligadas. Hoje em dia, existe o conceito de *Supply Chain Management* (Gestão Cadeia de Abastecimento), que muitos acreditam ser um conceito que resulta do desenvolvimento da Logística, tendo promovido diversas ideias da mesma. A base do conceito está no facto de considerar que tudo está interligado, e que é necessária a coordenação entre todas as entidades presentes no canal (Ballou, 2007). *The council of Logistics Management* (CLM), agora conhecida como *Council of Supply Chain management professionals* (CSCMP), definiu a logística como “a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o eficiente e efectivo fluxo e armazenamento de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com o objetivo de suprimir as necessidades dos clientes.” (Neeraja & Mehta, 2014)

A variação das definições do conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento (SCM) deve-se muito à forma como os autores olham para ela e que nível de complexidade querem oferecer, podendo ser um conceito muitas vezes bastante abrangente e noutras ocasiões ser considerado de uma forma bem mais específica.

Segundo um estudo realizado a várias empresas de diferentes ramos, e obtendo informação junto de diferentes setores, grande percentagem dos colaboradores das empresas consideram que a Gestão da Cadeia de Abastecimento envolve uma combinação de parte estratégica e da atividade, não se podendo focar exclusivamente em nenhuma dessas perspetivas, dando prioridade e ênfase a uma visão mais global e alargada (Gibson et al., 2005). Tendo em conta estes fatores e a necessidade de alargar o conceito a estas duas vertentes, o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSMP) considerou, entre outras, uma possibilidade de definição para Gestão de Cadeia de Abastecimento: “A Gestão da Cadeia de Abastecimento engloba o planeamento e a gestão de todas as atividades envolvidas no processo de procura, aquisição, e de gestão logística. Para além disso, inclui a coordenação e a colaboração com os parceiros, tais como fornecedores, intermediários, terceiras partes fornecedores de serviços e os clientes. Resumindo, a Gestão da



Cadeia de Abastecimento integra a gestão da compra e da procura dentro e entre as empresas” (Gibson et al., 2005).

Neste sentido, vários autores consideram que a logística representa uma parte do SCM, uma vez que é responsável pelo planeamento, implementação e controlo do fluxo de bens, serviços e informação relacionada, entre o ponto de origem do processo global e o ponto final ou ponto de consumo, tendo como objetivo a satisfação dos requisitos de nível de serviço exigidos pelos clientes (Ballou, 2007). A estratégia da gestão de cadeia de abastecimento tenta integrar os sistemas chave de uma empresa, desde a ideia do produto até ao consumidor. Uma gestão eficiente pode levar a melhorias significativas como o serviço ao cliente e a redução de custos de operação.

Como podemos constatar, a Logística tem sofrido, e continua a sofrer, alterações influenciadas por diversos fatores, desde os políticos, económicos, sociais e ambientais, bem como aspetos mais técnicos e que resultam da constante evolução do mercado, tais como aspectos tecnológicos e a inerente inovação, alicerçada na incrementação constante de novos meios, métodos e possibilidades de auxílio às organizações (Petrache, 2015).

O bom funcionamento do departamento de logística de uma empresa pode trazer diversas vantagens, quer aos próprios colaboradores da empresa, como aos clientes que terão um serviço com uma qualidade condizente com a eficácia do departamento. Assim, a logística e a sua influência pode em primeira instância ser avaliada através da satisfação do cliente. Este factor é, só ele, já suficientemente revelador da importância de um departamento eficaz (Teresa & Evangelos, 2015).

## **2.2 Automatização de processos**

Com a evolução do mercado e das empresas, as tarefas realizadas pelos seus colaboradores são cada vez mais complexas, exigindo bastante de quem as realiza. Para além disso, o desenvolvimento das tecnologias e a inovação dessa vertente favorece desde logo o método e a eficiência de trabalho dentro de qualquer departamento. Paralelamente, as questões ambientais começaram a tomar um peso maior nas instituições e, mesmo a nível de organização e satisfação no trabalho, os colaboradores já sentem a obrigatoriedade de trabalhar cada vez menos com ferramentas rudimentares, inclusive abdicar ao máximo do papel e aproveitarem as facilidades que as tecnologias oferecem.

“Os processos numa organização são categorizados em processos de materiais, processos de informação e processos de negócio” (R. Medina-Mora et al, citado por (Georgakopoulos et al.,1995). Os de materiais estão relacionados com a componente física, os de informação associados às tarefas automatizadas e os processos de negócio são um conceito mais elevado (Georgakopoulos et al., 1995). Neste sentido, e tendo em conta as metas ambientais e os objetivos associados à tentativa de melhoria de eficiência no trabalho, o conceito de “*paperless office*” foi concebido sob forma de combater o constante crescente volume de papel de trabalho, sendo conseguido ao substituir o papel pelos documentos electrónicos proporcionados pelo computador.

Como é óbvio, a automatização de processos muda-os significativamente, bem como os vários fatores que dependem deles. Mas de acordo com alguns gestores que experienciaram esse tipo de mudanças, estas nem sempre são benéficas para as empresas envolvidas. De um lado estão aqueles que vêem a automatização como tendo um impacto negativo no local de trabalho. Estes acreditam que a automatização dos processos torna as tarefas fragmentadas e o poder de decisão torna-se mais centralizado. Para além disso, nos funcionários cria uma sensação de rotina e perda de liberdade, acreditando eles que os trabalhadores perdem motivação por isso. Contrariamente, outra grande parte acredita que a automatização é fundamental e extremamente positiva, afirmando que enriquece as empresas e o trabalho adjacente, e os trabalhadores tornam-se mais focados e com um maior desejo de terem um melhor desempenho (Millman & Hartwick, 1987). Sabendo que existem sempre ideias contraditórias, efetivamente cada vez mais as empresas sentem a necessidade de automatizar os seus processos internos, de forma a minimizarem os desperdícios diários de tempo por parte dos seus trabalhadores aquando da realização das suas tarefas. Um dos objetivos é a ideia de que cada funcionário tem de tomar várias decisões durante o dia de trabalho, e se o fizer com tempo para estas serem pensadas e ponderadas, a qualidade das mesmas pode ser maior e, conseqüentemente, a sua contribuição para o sucesso da empresa pode ser muito mais efectiva.

Uma das principais formas de automatizar processos é através da informação tecnológica. O papel das soluções de Informação tecnológica (IT) está-se a tornar cada vez mais fundamental para as organizações obterem e alcançarem a eficiência e vantagens competitivas que procuram, sendo uma das soluções mais usadas a automatização nos escritórios. A automatização de tarefas de escritório é definida como a “integração do computador e comunicação através de rede electrónica para facilitar os processos funcionais e administrativos” (Olson e Lucas, citado por Ali,

et al.,2016). Inicialmente os processos eram realizados inteiramente pelos humanos, que manipulavam fisicamente os objetos. Com a introdução da tecnologia de informação, os processos no local de trabalho são parcialmente ou totalmente automatizados por sistemas de informação, isto é, programas computacionais que desempenham tarefas que substituem o esforço dos humanos (Georgakopoulos et al., 1995).

Uma das ferramentas mais comuns no ceio de qualquer empresa é o Microsoft Excel. Devido à sua enorme panóplia de funções, simulações, capacidade de análise e relativa facilidade de utilização, este programa é adotado por grande parte dos departamentos de uma empresa. Servindo em primeira instância como folha de cálculo, permite armazenar uma grande quantidade de dados. Tem por definição funções com grande variedade entre elas, sendo que possui características que podem contribuir para a automatização de processos empresariais, através da sua capacidade de programação. É o caso das macros, que funcionam memorizando certos passos ou tarefas definidos previamente que, com um uso adequado, podem automatizar processos que sejam feitos de forma rotineira. As macros podem ser definidas com auxílio de programação Visual Basic for Applications (VBA), que é parte intrínseca de qualquer ferramenta Excel. Através desta programação, qualquer processo pode ser definido à priori e com maior facilidade e celeridade ser executado com pouco esforço computacional, ao mesmo tempo que permite que o utilizador não precise de a desempenhar ele próprio.

Neste sentido, o Excel pode contribuir para diversos objetivos tais como a automatização de processos de escritório que sejam repetitivos e fáceis de desenhar computacionalmente, podendo ser uma arma importante para a melhoria do desempenho das tarefas de qualquer departamento. Os funcionários das empresas, de uma forma geral, estão cada vez mais habituados a este tipo de ferramentas, evoluindo de uma situação em que a aceitação foi feita progressivamente, até ao ponto em que existe uma dependência cada vez maior sobre elas por parte das organizações.

### **2.3 Outsourcing**

As empresas encontram-se em constante evolução e à procura de novas ideias e formas de desenvolver o seu próprio negócio, com o objetivo de obterem vantagens competitivas e de acompanharem o desenvolvimento do mercado externo. Para isso procuram novas soluções

estratégicas e não estratégicas, desde a própria organização da empresa, até à mais banal operação presente em toda a cadeia do seu sistema produtivo ou de serviço.

Uma das alterações que se tem vindo a verificar no paradigma das empresas é estas estarem a tornar-se cada vez mais especializadas, aceitando as suas dificuldades e focando-se maioritariamente naquilo que conseguem fazer melhor que os outros e que realmente constitui as suas próprias vantagens competitivas, que mais ninguém consegue alcançar. Assim, é cada vez mais comum a existência de relações entre empresas de ramos diferentes mas complementares, de forma a suprimir lacunas e tornarem-se, desta forma, mais completas e competitivas. Este factor levou a que hoje em dia seja cada vez mais comum relações próximas e efetivas entre empresas com o objetivo de colmatar as suas debilidades e aproveitarem as vantagens que as empresas parceiras lhes podem oferecer. Uma das parcerias mais comuns hoje em dia e que se enquadra neste objetivo das empresas é a subcontratação de uma terceira parte para realizar uma determinada tarefa específica.

O *Outsourcing* pode ser definido “como o processo de delegação de operações ou trabalhos a uma 3ª parte, que os conseguem executar melhor, mais barato e mais rápido”. Esta transferência de trabalho constitui, para além da transferência física do trabalho em si, a alocação na entidade que realiza o serviço, a responsabilidade e o risco agregado (Ashley, citado por Tayauova, 2012). O processo de subcontratação consiste na relação contratual da empresa com uma entidade externa para o empréstimo de *skills* que costumavam ser providenciadas internamente pela empresa no passado (Momme (2001), citado por Vaxevanou & Konstantopoulos, 2015). Como podemos ver, o *Outsourcing* muitas vezes é considerado a prestação de uma tarefa de uma entidade externa a uma empresa, mas o conceito é mais abrangente do que possa parecer. Segundo a *International Data Corporation* (IDC), o *outsourcing* “abrange um vasto leque de opções, desde a decisão estratégica de entregar a gestão da totalidade dos sistemas de informação, à execução de apenas uma função específica, que tenha por objetivo dar resposta às necessidades bem definidas” (André & Martins, 2008).

Assim, podemos também dividir a subcontratação em interna e externa: interna é quando envolve “a realocação de funções num sistema de negócio para aumentar a capacidade de controlo em relação à performance obtida”, enquanto que a subcontratação externa consiste na delegação da execução de certas funções a uma entidade externa (Tayauova, 2012) .

É muito comum no âmbito dos serviços, e tendo em conta que existe uma sociedade empresarial cada vez mais orientado para os serviços é natural que este tipo de relação seja cada vez mais

frequente. Segundo Maculve e Rodrigues (2002), o *outsourcing* é considerado uma das formas que as empresas encontram para acompanhar a evolução tecnológica que está bem presente no mercado, bem como reduzir os custos e ao mesmo tempo conseguir melhorar uma atividade ou serviço em particular, melhorando consequentemente a qualidade do serviço prestado ao cliente (André & Martins, 2008).

Como qualquer decisão estratégica, existem vantagens e desvantagens associadas. Uma das principais vantagens conseguidas através do *Outsourcing* é a capacidade de focar a sua atenção e recursos nas atividades principais da empresa em detrimento daqueles que não são tão fundamentais para o seu crescimento, aumentando possibilidades de obter melhor posição no mercado. Para além disso permite reduzir os custos uma vez que não necessita de gastar dinheiro em determinadas ferramentas, funcionários e recursos no geral. Apesar disso, o nível de desempenho dessas tarefas é melhorado pois a empresa externa que executa os processos tem os recursos especializados, bem como o know-how adquirido através da experiência para os usar convenientemente. Para além disso, a flexibilidade da empresa aumenta significativamente (Tayauova, 2012). As principais vantagens prendem-se com a diminuição da complexidade da cadeia de abastecimento e com o facto de não ser necessário para o desempenho dessas determinadas tarefas grandes investimentos em instalações e equipamentos (Dias (2005), citado por Reis, 2014).

Por outro lado, existem aspetos menos positivos e que precisam de ser considerados que estão intimamente ligadas com a cedência de uma determinada tarefa a uma 3ª parte. Esta transferência de responsabilidade causa uma perda de capacidade e controlo sobre as operações subcontratadas, pelo simples facto de não ter responsabilidade na sua execução, não permitindo controlar se a gestão dos recursos externos é feita da melhor forma. Para além disso, existe sempre a ameaça de quebra de segurança e confidencialidade, e a possibilidade do serviço ou produto perder qualidade, uma vez que a prioridade pode passar a ser o lucro (Tayauova, 2012). Segundo Aron (2002), a dependência perante uma terceira parte, em situações em que é necessário mudar e acabar com a cooperação, pode ser difícil de colmatar essas mudanças, uma vez que os recursos humanos que gerem determinadas áreas não estão preparados para outra coisa senão aquela tarefa ser feita por uma entidade externa, criando uma certa debilidade (Vaxevanou & Konstantopoulos, 2015).

A decisão de optar por subcontratar uma determinada atividade ou sector está associada a uma perspetiva de médio/longo prazo e não uma solução de recurso que sirva para esconder uma

certa debilidade de uma forma temporária e sem a ponderação devida. À semelhança de qualquer parceria, à partida tem como objetivo base ser uma ligação que constitua uma relação *win-win* (Moura (2006), citado por Reis, 2014).

Para que a subcontratação traga dividendos para a empresa é necessário passar por todo um processo que culmina na tomada de decisão. Na fase de preparação a empresa tem de se acercar de várias questões e conseguir responder a todas elas, tais como o porquê de haver necessidade de subcontratar e os benefícios a tirar do processo. Na 2ª fase, Fase de Seleção de fornecedor, a empresa estuda as hipóteses de associação, sendo um passo importante pois tem de ser uma entidade que possa trabalhar adequadamente com a empresa, cooperando de forma eficaz. A fase de transição, depois de tudo acertado com o fornecedor de serviço, é a fase onde tudo o que foi contratualizado é começado a ser implementado, tendo como objetivo que a transição da situação anterior para a futura seja conseguida da forma mais eficiente possível. A 4ª fase é a Gestão de relacionamento, fase importante onde a relação entre parceiros tem de ser positiva com o objetivo da coordenação entre eles funcionar da melhor forma possível, concedendo as bases para o sucesso da parceria. Por último, na fase de reconsideração é onde a empresa estuda as vantagens que resultam da parceria ou se, por outro lado, existem condicionantes ou mudanças que levam a que a ligação tenha de chegar a um fim (Vaxevanou & Konstantopoulos, 2015).

Para que uma parceria de outsourcing tenha sucesso é necessário que a situação seja bem analisada, não só no que toca à tarefa em si, mas também em aspetos como a viabilidade da hipótese e importância da tarefa para a empresa, bem como uma análise cuidadosa do fornecedor com quem vai cooperar, de forma a perceber se os objetivos e métodos são os mesmos, e se a cooperação conjunta pode levar realmente aos resultados esperados. Se todos os aspetos foram considerados devidamente, esta estratégia pode trazer vantagens significativas para a empresa que o decida fazer.

## **2.4 Mercado combustíveis**

Desde cedo que o ser humano aproveita os diversos tipos de energias presentes na Terra para melhorar a sua qualidade de vida. Os combustíveis fósseis foram uma grande descoberta para a humanidade devido à sua capacidade de servir vários propósitos, estando presentes em áreas bastante distintas.

É inegável a importância que o petróleo tem no quotidiano dos cidadãos, nomeadamente no uso do produto acabado, como gasóleos e gasolinas, para a deslocação de pessoas e materiais de uma forma rápida. Segundo a Associação Portuguesa de empresas Petrolíferas, o seu uso ganhou tamanha importância em relação a outro tipo de energias, devido “a sua intensidade energética, a facilidade de armazenar, transportar e manusear, à temperatura e pressão ambiente, e a sua relação custo benefício”. (Apetro, n.d.)

No entanto este tipo de energia é associado a problemas ambientais e a sua utilização é cada vez mais regulamentarizada, existindo inclusive medidas para a diminuição do seu consumo. É nesse sentido que nos últimos anos se tem vindo a assistir a essa diminuição de peso do petróleo no consumo global de energia. Segundo dados revelados pela Entidade Nacional para o Mercado de Combustíveis (ENMC), em 2004 o petróleo tinha um peso de 58%, enquanto que no espaço de aproximadamente 10 anos, esse valor caiu cerca de 14 %, perdendo espaço para energias que o podem substituir, como o gás natural e outras energias renováveis.

Apesar do retrocesso verificado no consumo destes tipos de combustíveis fósseis, a evolução é constante, e tendo sido evidente, quer na exploração de novos produtos quer no desenvolvimento dos produtos já existentes. Para se atingir uma melhor performance dos veículos, foram desenvolvidos produtos que ao serem adicionados melhoram diversos aspetos aquando da sua utilização por parte dos carros (aditivados). Segundo a ENMC a adesão dos produtos aditivados tem sido considerável, no entanto ainda não constitui a grande maioria do consumo, tendo um peso de 33 % quer no gasóleo quer na gasolina. (ENMC, 2018)

Este mercado encontra-se bastante preenchido, uma vez que existe uma quantidade considerável de empresas a vender os produtos mencionados, sendo que existe cooperação entre elas, nomeadamente no armazenamento e distribuição dos produtos.





### **3. Caso Prático**

Depois de ter sido explorada a evolução dos conceitos que estão relacionados com o tema do estudo, o passo seguinte consiste em conhecer a empresa, a sua evolução até à estrutura atual, bem como as características que a definem. Através disso, espera-se entender melhor as atividades em que está inserida, nomeadamente as tarefas desempenhadas pelo departamento de logística, procurando esmiuçar os problemas e a importância das soluções encontradas.

#### **3.1 Apresentação da empresa**

A Prio é uma empresa fundada em 2006, como parte do Grupo Martifer, tendo como atividade principal o armazenamento e distribuição de combustíveis, possuindo um parque de tanques próprio situado na Gafanha da Nazaré. Para além da venda de combustíveis e da produção de biodiesel, material que é adicionado aos combustíveis líquidos, ao longo dos anos a empresa tem alargado as suas atividades para outras áreas de negócio, tais como o gás, a mobilidade elétrica e lubrificantes. A evolução na quota de mercado tem sido cada vez mais evidente, tendo atingido em 2017 um valor de 10 % no mercado de combustíveis.

A Prio tem 7 áreas de negócio: Vendas diretas, Redes de Postos Prio, Gás, Lubrificantes, Mobilidade elétrica, Prio Supply e Fábrica Biodiesel. Apesar de estar presente em várias áreas e mercados, estando divididas em várias empresas especializadas, a sua principal atividade mantém-se inalterada. A Prio Energy é responsável pela venda dos combustíveis, distribuindo-os por todos os pontos necessários que inclui os postos próprios da empresa e os clientes diretos, ou seja, está presente nas áreas de Redes Postos Prio e Vendas diretas. As vendas diretas é a venda direta da Prio a clientes, sejam eles clientes diretos ou revendedores; a rede de postos Prio é a venda a todos os postos de abastecimento que são geridos pela Prio, sendo as vendas e stocks geridos pela mesma, onde estão incluídos os postos Prio e os postos Pingo Doce com imagem da empresa.

Na área dos combustíveis líquidos existe uma variedade imensa de produtos vendidos pela empresa, podendo ser divididos em produtos simples e aditivados. Nos produtos simples pode-se encontrar a gasolina simples 95, gasolina 98 e gasóleo rodoviário. Os produtos aditivados ou produtos Top têm a mesma base dos simples, mas contêm aditivos que melhoram a performance do veículo, existindo Top Diesel e Top 95. Para além destes a empresa comercializa gasóleo agrícola e gasóleo de aquecimento.

### **3.2 Aprovisionamento e Gestão Distribuição**

O departamento de logística, ou de Aprovisionamento e Gestão Distribuição, é o departamento responsável pela distribuição dos combustíveis líquidos, sendo importante perceber a sequência de tarefas diárias que culminam na entrega dos produtos nos locais necessitados.

A Prio Energy S.A. compra os combustíveis à Prio Supply e distribui-os para os postos de abastecimento próprios, postos Pingo Doce e clientes que fazem as suas encomendas diariamente. O serviço de distribuição é feito por empresas subcontratadas especializadas que levam os combustíveis desde os centros de expedição até aos pontos de venda próprios e clientes. Os centros de expedição (CE) são os locais onde as empresas têm armazenados os seus produtos, prontos a expedir para os locais de venda aos consumidores ou para clientes diretos.

A Prio, à semelhança da concorrência, trabalha em parceria com as outras empresas do mercado de combustíveis com o objetivo de facilitar o processo de distribuição física dos combustíveis líquidos, diminuindo o tempo de entrega e a distância que as cisternas subcontratadas têm de percorrer para transportar os produtos. Assim, a Prio utiliza o seu próprio CE na Gafanha da Nazaré, ao mesmo tempo que faz uso dos produtos presentes nos CE das empresas análogas com quem colabora no mercado, que se situam noutros locais do país. Diminui assim as distâncias das viagens, também denominadas cargas, que são feitas entre os locais onde as cisternas vão buscar os produtos até aos locais que abastecem.

O departamento de Aprovisionamento e Gestão Distribuição está dividido em 2 grandes grupos: Aprovisionamento e Gestão de Distribuição. Cada um deles tem as suas funções e responsabilidades específicas. O grupo de Aprovisionamento é responsável pela receção e tratamento das encomendas dos clientes diretos, e ao mesmo tempo por controlar os stocks de combustíveis dos postos próprios Prio e Pingos Doce, gerindo as necessidades diárias de combustível a levar para cada local, definindo as cargas para o dia seguinte. Por outro lado, o grupo de distribuição do departamento tem funções complementares a estas. Para além de ser responsável por toda a faturação logística é também responsável por trabalhar diretamente com as transportadoras que realizam o serviço de distribuição, alocando as cargas, que foram anteriormente definidas pelo aprovisionamento, às diferentes transportadoras. Para além de definir a transportadora responsável por cada carga, decide o centro de expedição onde as cisternas vão carregar os seus compartimentos com os combustíveis, os horários em que são feitos os carregamentos e as entregas, para além de controlar as entregas e ter de responder a quaisquer alterações inesperadas.

Neste sentido, podemos definir uma sequência de tarefas diárias. O primeiro ponto a salientar é de que as decisões são tomadas para o dia seguinte. Inicialmente um colaborador recebe e analisa as encomendas dos clientes para o dia seguinte, verificando se tudo está conforme, se os pagamentos já foram efetuados e se as contas entre clientes e empresa estão devidamente saldadas.

Enquanto as encomendas vão chegando, outra parte do departamento vai fazendo a gestão de stocks dos postos de abastecimento Prio e dos Pingo Doce. Nesta fase, o colaborador analisa as quantidades existentes nos tanques de cada tipo de produtos, isto é, o produto disponível para ser vendido. Com base nessa informação e na média de vendas semanais, é decidido nesta fase quais os locais que é preciso abastecer no dia seguinte, assegurando que o combustível é suficiente para suprimir as necessidades dos consumidores. O último passo nesta fase é o de conciliar estas necessidades com as encomendas dos clientes, definindo as cargas que são necessárias para responder a todos os pedidos.

Depois de o aprovisionamento estar finalizado chega-se a uma nova fase, em que a distribuição é responsável por definir as características das cargas, alocando a cada uma delas uma determinada transportadora, o horário e o centro de expedição. É nesta tarefa que o problema em estudo se encontra, pois é onde são tomadas as decisões que podem influenciar o custo de distribuição.

### **3.3 Apresentação do problema**

A Prio Energy é responsável pelo armazenamento e distribuição de combustíveis, sendo que um dos principais processos consiste no aprovisionamento e distribuição de cargas de combustível através de cisternas.

O grupo de distribuição da logística é responsável por gerir o processo de distribuição de combustíveis, estando intimamente ligado a este o poder de decisão e a responsabilidade de gerir o processo da melhor forma possível, reduzindo custos, sem descorar a qualidade do serviço. Os custos são dos aspetos mais valorizados numa empresa, sendo muitas vezes a principal motivação e procura constante de melhoria em todos os setores de uma organização. Neste caso específico, a Prio Energy tem uma boa parte dos seus custos associada aos custos logísticos, nomeadamente o custo de distribuição.

Tendo em conta que o processo de distribuição dos combustíveis é realizado por transportadoras externas especializadas, o serviço é realizado com maior qualidade, mas ao mesmo tempo tem custos associados bastante altos. A empresa tem de pagar por cada viagem realizada, e apesar de haver alguma concorrência no mercado do transporte, o valor gasto com este serviço é substancial, sendo por isso fundamental desenvolver técnicas para reduzir os custos associados a estes serviços.

Neste sentido, o objetivo é o de encontrar uma solução que permita reduzir o valor pago às empresas transportadoras, reduzindo consequentemente os custos de distribuição, conferindo maior vantagem à empresa, nomeadamente ao nível da rentabilidade e margem de lucro.

## **4. Abordagem desenvolvida para a resolução do problema**

Depois de numa primeira fase termos contextualizado a empresa, quer a nível externo como a nível interno, e de percebermos os reais objetivos do trabalho a desenvolver, o projeto prático começou a ser desenvolvido.

Neste capítulo vai ser abordado o problema que foi desenvolvido neste estudo, todas as condicionantes enfrentadas, as diferentes soluções encontradas para o resolver e as melhorias a que conduziram.

Neste sentido, começou-se por especificar a situação atual no que toca ao pagamento às transportadoras, e em seguida elaborar as soluções encontradas.

### **4.1 Situação atual**

Uma das preocupações que a equipa de logística tem é a de tentar reduzir ao máximo os custos com a distribuição de combustíveis, diariamente. Todos os dias, para abastecer os postos de abastecimento e clientes, bem como responder às encomendas feitas pelos clientes, é necessário a prestação de um serviço por parte das três transportadoras que trabalham com a empresa.

O formato de atribuição de custos atual é igual para todas as transportadoras. A empresa paga o serviço de entrega dos combustíveis por viagem, tendo em conta o volume de combustível levado na cisterna e o raio do local a abastecer, relativamente ao centro de expedição, ou seja, é um formato de custo definido através de raios. O sistema de raios está relacionado com a posição relativa entre o centro de expedição usado e o local abastecido. Como podemos ver na figura 1, com o auxílio do programa AutoRoute, à volta de cada centro de expedição existem zonas delimitadas por raios, e dependendo de qual o centro de expedição utilizado, e da zona onde se encontra o local a abastecer numa certa viagem, o raio que se cobra nessa viagem é definido por essa posição relativa. Caso o local a abastecer se encontre na zona mais próxima, o raio atribuído é o raio 1, se estiver para lá da primeira curva/raio assinalado, o raio atribuído será o raio 2 e assim sucessivamente até um máximo de 5. À medida que aumenta o raio o valor a pagar pelo serviço é maior.

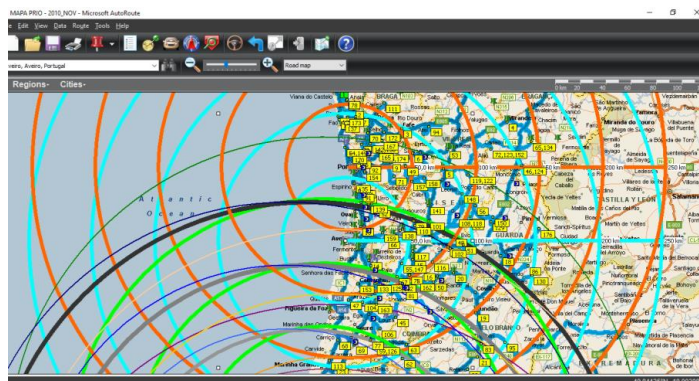


Figura 1 - Sistema de raios - AutoRoute

Os raios estão definidos em relação a todos os centros de expedição, e cada um dos postos de abastecimento (PA), Pingos Doce (PD) e clientes, consoante a sua posição geográfica em relação a eles tem um raio associado à priori. Um mesmo local pode assumir, por isso, raios diferentes consoante o centro de expedição utilizado pela cisterna para levantar os combustíveis.

Assim, diferentes cargas que vão para uma mesma zona, mesmo sendo locais diferentes e com distâncias diferentes, o raio a ser cobrado vai ser o mesmo. Por isso, dois locais que têm distâncias bastante diferentes mas que se encontrem na mesma zona, vão ter custos por carga iguais, caso as quantidades transportadas nas viagens também o sejam.

Cada uma das transportadoras tem características e acordos diferentes com a empresa, sendo esses fatores fundamentais para a decisão diária acerca das cargas feitas por cada uma delas. Diferem entre si nos custos associados a cada um dos raios praticados e, por outro lado, cada uma delas tem uma frota diferente, conduzindo a limitações no número de cargas que podem fazer por dia. O conjunto destas restrições é condição importante aquando da decisão de alocação de cada carga às transportadoras, criando necessidade de gerir as atribuições de CE a cada viagem de uma forma cuidada, com o objetivo de reduzir o valor pago, baseando-se para isso em reduzir os raios utilizados. Desta forma, por carga o custo é definido por  $\text{Custo} = \text{quantidade (m}^3\text{)} * \text{raio (€)}$ .

O que podemos também verificar é que existem vários CE usados pela Prio, desde Norte a Sul do país. A empresa só tem parque de tanques próprio em Aveiro (CE), e os custos de transporte seriam insustentáveis se as cisternas tivessem de fazer viagens desde Aveiro para todo o país, levando também à perda de flexibilidade de todo o processo, e aumento do tempo de entrega. Assim, para suprimir as necessidades de todos os locais abastecidos, a empresa compra

combustíveis a concorrentes do setor, que têm produto armazenado em vários locais de Norte a Sul do país, facilitando o processo de distribuição e reduzindo os custos alusivos ao mesmo.

No entanto, existem diversas condicionantes relativamente à definição dos centros de expedição usados, sendo difícil atingir a situação ótima em termos de custos. Por um lado, tendo a Prio um parque de tanques com combustível líquido armazenado, tem de o aproveitar, evitando os custos mais elevados de comprar combustíveis a outras empresas do setor. Ou seja, mesmo aumentando os custos logísticos ao expedir grande parte dos seus produtos de Aveiro, os custos globais da empresa saem favorecidos. Por isso, o ideal é fazer cargas vindas de Aveiro até aos pontos em que seja mais rentável fazê-lo, em função daquilo que se paga pela compra do combustível, sendo fundamental encontrar um equilíbrio entre o que sai do CE Aveiro e o que é comprado às empresas concorrentes.

Para além destas condicionantes, existem contratos que têm obrigatoriamente de ser cumpridos com as empresas a quem a Prio compra combustíveis, sob pena de haver penalizações. Isto é, existem contratos que a Prio define com estas empresas parceiras, que indicam intervalos de quantidades que podem ser expedidas, por mês e por cada centro de expedição, influenciando o volume (m<sup>3</sup>) que é expedido em cada um deles. Por vezes, em termos de custos logísticos seria mais rentável levantar certas cargas em CE mais próximos dos postos ou clientes, mas existem ocasiões em que não é possível, devido à proximidade de ultrapassar os limites dos contratos já mencionados, aumentando o custo de distribuição.

Neste sentido, a quantidade expedida de cada centro de expedição pode variar de período para período, afetando diretamente o custo de distribuição por m<sup>3</sup>. De acordo com os dados fornecidos pela empresa do volume total distribuído, o centro de expedição próprio assume sempre valores superiores a 50%, e muitas vezes chega perto dos 70%, sendo um reflexo da tentativa de conseguir preços competitivos.

Como já foi referido, as transportadoras apresentam preços por raios diferentes entre si; enquanto algumas delas praticam preços mais baixos para viagens mais curtas, raio 1 e 2, outras exigem custos mais elevados para este tipo de viagens, mas compensam com custos inferiores para raios superiores. Esta variação traz novamente a preocupação de perceber quais as zonas em que é mais favorável requisitar os serviços de umas transportadoras em detrimento das outras. Existem casos de transportadoras que têm preços competitivos para viagens mais curtas, mas que nas viagens longas têm preços muito superiores aos valores dos concorrentes, o que leva a empresa a só solicitar os seus serviços para viagens com raios inferiores. Por todas estas

condicionantes, o processo de decisão de distribuição de cargas pelas transportadoras muitas vezes torna-se mais previsível, uma vez que as transportadoras já têm zonas de atuação relativamente definidas, apesar de existirem variações consideráveis dia para dia.

A frota das transportadoras é constituída por vários tipos de carros, tendo a maioria deles capacidade para transportar 32 m<sup>3</sup> de combustíveis, mas existem cisternas mais pequenas com dimensões de 30 ou 25 m<sup>3</sup>. Estes carros de dimensões mais reduzidas são importantes para abastecer locais com dimensões específicas, mas só as cisternas de 32 m<sup>3</sup> é que vão ser consideradas no estudo.

O ideal é as cisternas transportarem o máximo de quantidade possível de forma a otimizar as viagens. Existem situações em que isso não é possível: no caso de encomendas de clientes de 30 ou 31 m<sup>3</sup>, não sendo possível ajustar essa quantidade, ou postos que não têm capacidade naquele dia de receber esse valor ótimo. Outra condicionante é o facto de as cisternas estarem divididas por compartimentos, cada um deles com quantidades diferentes, sendo que em cada compartimento só pode ser levado um único produto para um único local, evitando misturas de produtos e erros nas quantidades a abastecer. Assim, é necessário ter em consideração a capacidade dos compartimentos da cisterna quando se define as quantidades que vão ser transportadas de cada produto.

#### **4.2 Novo formato de custo**

Na tentativa de atingir as metas propostas, e diminuir o custo de transporte, desenvolveu-se um novo formato de atribuição de custos às viagens realizadas pelas transportadoras, sendo os custos definidos tendo em conta fatores diferentes dos utilizados no formato anterior. A ideia é atribuir este novo formato a dois carros específicos, analisando posteriormente se esta alteração é capaz de reduzir os valores pagos às transportadoras, comparando os dois formatos.

Para isso foram criados dois carros fixos, um para a zona Norte e outro para o Sul do país, cujas viagens são cobradas por um formato diferente da restante frota da transportadora. Em vez de o valor a pagar depender do raio e da quantidade, no novo formato o custo por carga possui duas componentes, os custos fixos e os custos variáveis.

O custo fixo (CF) e o custo variável (CV) foram acordados à priori entre as duas empresas. Para o CF definiu-se o valor a pagar de 6600 €/mês por cada carro, podendo este valor sofrer ligeiras



alterações, dependendo do número de turnos realizados pelos carros durante esse período, existindo o turno da manhã e o turno da tarde. Este número de turnos pode variar devido à impossibilidade de trabalhar em certos períodos, como por exemplo feriados, e nesses casos o valor de CF total vai baixar, sendo obtido pela proporção do número de turnos efetivamente realizados em relação ao número de turnos esperado no mês. Em cada turno podem ser realizadas no máximo 2 viagens, dependendo do tempo que demora cada uma delas a ser realizadas.

Os custos variáveis resultam dos km feitos em cada viagem:  $CV = 0,48 * km$ . Estes km são marcados desde o momento em que a cisterna sai do centro de expedição, até ao momento em que, já depois de descarregar o produto no local programado, volta ao mesmo centro de expedição, ou a outro CE caso seja esse o caso. Assim, no total, o custo com o novo formato no final do mês é calculado através da seguinte fórmula:  $Custo = CF (total) + CV$  (soma de todas as cargas). No entanto, tal como foi feito para o formato antigo, também neste podemos definir o custo por carga para facilitar uma comparação futura entre os dois tipos de atribuição de custos. Para isso, ao custo fixo total de um determinado mês divide-se pelo número de cargas realizadas pelo carro fixo durante esse período, obtendo-se desta forma o custo fixo por carga. O custo variável já é à partida definido por carga, logo com a soma destas duas parcelas obtém-se o custo do novo formato discriminado por viagem.

Podemos concluir pela fórmula do novo formato, este deixa de depender da quantidade transportada pela cisterna, o que aumenta a importância de otimizar as cargas ao encher o máximo possível as cisternas, aproveitando na totalidade a viagem que por si só já tem o custo definido.

Portanto, foi acordado com uma das transportadoras, que esta disponibilizaria dois carros com o novo custo associado às suas viagens. O carro do Sul que levanta sempre no CE de Aveiras, faz dois turnos por dia à semana, um de manhã e outro à tarde, e só um turno ao fim de semana. A cisterna tem de abastecer em Aveiras, ir descarregar ao posto ou cliente, e voltar ao CE para carregar os combustíveis da viagem seguinte, e assim sucessivamente.

O carro fixo do Norte funciona de uma maneira mais complexa, uma vez que se divide por dois centros de expedição, Aveiro (Prio) e Matosinhos. Este carro tem o mesmo comportamento que o do Sul, no que toca ao número de turnos, no entanto no mesmo dia pode levantar combustível nos dois CE mencionados, consoante a localização das viagens programadas. Existe a restrição de a troca de turnos, de manhã para a tarde, ter de ser feita forçosamente em Aveiro, possibilitando

a troca dos motoristas que se encontram aí. Assim, a 1ª viagem de manhã tem de começar em Aveiro, bem como a 1ª viagem do 2º turno, o que implica que quer o início como o final de cada turno, sejam o CE Aveiro.

#### **4.3 Carro Fixo Sul**

Para se saber quais as viagens mais rentáveis ao serem feitas pelo carro fixo, realizou-se um estudo para prever os custos do formato antigo e formato novo para todos os locais possíveis de serem abastecidos, através da criação de uma base de dados com a comparação entre eles individualmente. Assim, nesta avaliação de ganhos com a utilização dos carros fixos, esses referem-se aos custos comparativos do novo formato com os custos que seriam cobrados com o formato dos raios. Ou seja, fazendo uma ordenação por ordem de rentabilidade, as melhores hipóteses não são as mais baratas, mas sim aquelas que constituem uma maior poupança relativamente à situação antiga. Por isso, o objetivo não é reduzir ao máximo o custo das cargas feitas pelo carro fixo, mas sim maximizar a poupança que se obtém com a nova solução, comparativamente com a situação anterior.

Inicialmente a situação estudada foi a do carro fixo do Sul, em que o centro de expedição era Aveiras. Por isso, foram analisados os postos Prio e Pingo Doce relativamente próximos do centro, pois não fazia sentido estar a analisar postos muito a Norte ou muito a Sul de Aveiras sabendo de antemão que esses locais nunca iriam compensar financeiramente. Isso porque, os km de distância que a cisterna teria de percorrer eram muitos, e isso iria-se repercutir no custo do formato novo, ao mesmo tempo que existiam outros CE mais próximos desses locais e que com os raios inferiores que apresentam para os mesmos locais iriam permitir que as viagens fossem cobradas com valores inferiores através do formato de raios. Neste sentido, considerou-se os locais que se encontravam no raio 1 ou raio 2 a partir de Aveiras.

	Cod	Nome Posto	Raio	Distância (km)	Custo do raio (€/m3)	Custo Met Antigo (€/Por carga)	Custo Met Novo (€/Por carga)	Diferença	Zona
1									
2	M010013938	PE Marrazes	R2	152				46,55	A
3	P053	PA Leiria	R2	145				49,91	A
4	P031	PA Ourém	R2	175				35,51	A
5	P051	PA Nazaré	R2	142				51,35	A
6	M010013922	PE Porto de Mós	R2	116				63,83	A
7	P301	PA Porto de Mós	R2	116				63,83	A
8	P831	PA Tremoceira E	R2	109				67,19	A
9	P832	PA Tremoceira O	R2	109				67,19	A
10	P037	Entroncamento	R2	135				54,71	A
11	M010013901	PE Abrantes	R2	188				29,27	A
12	M010013909	PE Ponte Sôr	R2	214				16,79	A
13	P048	PA Coimbra	R2	189				28,79	B
14	P042	PA Guia	R2	197				24,95	B
15	P841	PA Alfeizerão	R1	108				11,03	C
16	M010013913	PE Torres Novas	R1	125				2,87	C
17	P822	PA Torres Novas N	R1	125				2,87	C
18	P823	PA Torres Novas S	R1	125				2,87	C
19	M010013903	PE Caldas Rainha	R1	72,4				28,11	C
20	P030	PA Óbidos	R1	75,7				26,53	C
21	P811	PA Rio Maior O	R1	42,6				42,42	C
22	M010013947	PE Rio Maior	R1	42,6				42,42	C
23	P820	PA Portela Padeiras	R1	57,7				35,17	C
24	M010013910	PE Santarém	R1	56,9				35,55	C
25	M010013902	PE Almeirim	R1	73,9				27,39	C
26	M010013904	PE Chamusca	R1	114				8,15	C
27	M010013944	PE Cartaxo	R1	29				48,95	C
28	P015	PA Azambuja	R1	30				48,47	D
29	M010013935	PE Coruche	R1	109				10,55	D
30	P829	PA Benavente E	R1	79,5				24,71	D
31	P830	PA Benavente O	R1	79,5				24,71	D
32	P815	PA Porto Alto N	R1	77,5				25,67	D
33	P816	PA Porto Alto S	R1	77,5				25,67	D

Figura 2 - Base de dados carro fixo Sul

Através da base de dados podemos observar as várias opções de viagens com dados que permitem calcular os dois formatos de custos e comparar a diferença de custos entre as duas opções.

#### 4.3.1 Definição dos parâmetros

Para obter os valores da rentabilidade foi necessário definir os parâmetros necessários para calcular os dois tipos de custos. Relativamente ao formato antigo, definiu-se os raios para cada um dos locais relativamente ao centro de expedição de Aveiras, no entanto o custo dos raios para cada transportadora varia, por isso foi necessário perceber quais os valores a adotar. Para tal, foi necessário averiguar qual era a transportadora que costumava fazer mais viagens nestes locais perto de Aveiras. Tendo em conta o histórico recente foi fácil de perceber qual era a transportadora, e a partir daí foi considerado para o custo do raio, os valores praticados pela mesma, uma vez que o carro fixo serve de substituição a essa transportadora. Para além disso, considerou-se a quantidade fixa de 32 m3, uma vez que para o estudo o valor a considerar tem de ser aquele que vamos procurar usar na realidade, que é o de assegurar que a cisterna vai o mais cheia possível. Assim, para cada local definiu-se  $\text{Custo} = 32 * \text{raio}$ .

Para o formato novo obtive a previsão dos km da viagem através do google maps, da viagem de ida e volta, definindo o custo variável. Para concluir a base de dados, foi necessário encontrar um valor para o custo fixo que pudesse ser generalizado, tendo em conta que o CF/carga varia consoante o número de cargas efetuadas por mês, uma vez que o CF total é um valor fixo mensal. O valor usado resultou de uma estimativa do número de cargas que normalmente serão feitas por mês. Tendo em conta que por dia estavam previstos dois turnos à semana e um turno ao sábado, cada um deles com duas cargas, considerou-se que ao fim de uma semana seriam feitas 23 cargas. Tendo em conta que um ano tem 52 semanas, por mês existem 4,3 semanas, logo por mês consideramos que o carro fixo vai realizar 98,9 viagens. Portanto, como podemos ver na figura 3, no estudo definiu-se o  $CF/carga = 6600/98,9 = 66,73$  €.

	O	P	Q	R
viagens				
		Custo fixo/carga	Nºcargas/mês	
		66,73	98,9	

Figura 3 - Custo Fixo Sul

A partir destes dados para cada local foi calculado o hipotético custo dos dois formatos, permitindo comparar as duas situações e analisar os eventuais ganhos para cada um dos locais individualmente.

Sabemos de antemão que muitas vezes as viagens são constituídas por dois locais a abastecer, o que faz variar os parâmetros das viagens. Para estes casos, usou-se o mesmo método dos casos individuais para a aferição da rentabilidade, utilizando os mesmos valores para os custos do raio, quantidade e CF, mas fazendo variar os CV. Completou-se, desta forma, a base de dados com todas as viagens possíveis com dois pontos de entrega, isto é, fez-se todas as combinações entre os locais individuais.

No entanto, um dos cuidados que foi considerado necessário foi o facto de os locais combinados terem obrigatoriamente de se encontrarem perto geograficamente. Para tal acontecer, fez-se

uma divisão dos locais individuais por 6 zonas diferentes, utilizando maioritariamente 2 critérios: a proximidade e o raio (zona) a que pertencem. Assim, para cada zona organizou-se uma lista de todas as combinações, dois a dois, entre os locais pertencentes à mesma zona, obtendo todas as hipóteses combinadas possíveis. À semelhança do que se fez para os casos individuais, para cada combinação utiliza-se o valor de 32 m<sup>3</sup> para a quantidade e o raio correspondente aos locais referentes ao CE Aveiras, usados para a simulação do formato velho, e para o formato novo utiliza-se o mesmo valor de CF/carga e os CV são conseguido através dos km previstos pelo google maps para a viagem.

Nestes casos, normalmente as combinações surgiam de locais com o mesmo raio relativamente ao CE Aveiras, pois esse foi um dos critérios usados para a divisão por zonas. No entanto, à medida que o estudo prosseguia, novas possibilidades eram consideradas, e algumas delas eram constituídas por locais com raios diferentes, em relação ao CE Aveiras. Nestes casos, para definirmos o custo do formato antigo das combinações, foi usado como custo do raio a média dos custos dos raios individuais dos dois locais. Considerando estas variantes obteve-se a lista final, presente na figura 4, com todas as viagens consideráveis, estando associado a cada uma delas o ganho respetivo ao ser cobrado o novo formato de custos.

Postos combinados	Raio	Distância (km)	Dist *2 (km)	Custo do raio (€/m <sup>3</sup> )	Custo Met Antigo (€/Por carg)	Custo Met Novo (€/Por carg)	Ganho
PA Tremoceira E	R2	54,40	108,80				67,28
PA Tremoceira Q	R2	54,40	108,80				67,28
PE Porto de Mós	R2	58,00	116,00				63,83
Cliente (Lisboa)	R2	59,10	118,20				62,77
PE Porto de Mós - Tremoceira	R2	59,40	118,80				62,48
PA Damaja	R2	64,10	128,20				57,97
PA Entroncamento	R2	66,60	133,20				55,57
PA Algés	R2	67,30	134,60				54,90
PA Nazaré	R2	67,90	135,80				54,32
PA Mira Sintra A16 N	R2	69,70	139,40				52,59
PA Mira Sintra A16 S	R2	69,70	139,40				52,59
Damaja - Algés	R2	72,30	144,60				50,10
PE Cartaxo	R1	13,50	27,00				49,91
Porto de Mós + Cliente (Mira daire)	R2	72,90	145,80				49,52
PA Leiria	R2	73,10	146,20				49,33
Cliente (Leiria)	R2	73,10	146,20				49,33
PA Azambuja	R1	14,80	29,60				48,66
PE Moita	R2	74,10	148,20				48,37
Leiria - Tremoceira	R2	74,40	148,80				48,08
PE Marrazes	R2	74,60	149,20				47,89
Marrazes - Leiria	R2	75,00	150,00				47,51
Marrazes - Tremoceira	R2	75,90	151,80				46,64
PA Trafaria	R2	75,90	151,80				46,64
PA Amora	R2	76,40	152,80				46,16
Cliente (Caserta)	R2	152,80	305,60				45,87

Figura 4 - Lista final de hipóteses do carro Sul

A lista dispôs todas as possibilidades por ordem de rentabilidade para facilitar a identificação das viagens com maior vantagem financeira em serem realizadas pelo carro fixo do Sul. No entanto, nem todas as opções se evidenciaram válidas devido às características dos postos e clientes, tais como os horários de receção ou dimensões de instalações. Os locais pintados a vermelho na figura 4 são os que não adequados para os carros fixos, uns deles porque só podem ser abastecidos por cisternas mais pequenas, outros porque são muito suscetíveis a desvios, o que levaria a ter que serem efetuados mais km, contribuindo para a diminuição do valor desta solução. Desvios significa que o combustível seria suposto ser entregue num local, mas por não existir capacidade de armazenagem nos tanques do mesmo ou por haver necessidade urgente de receber combustível noutro local, acaba por ser mudado o destino dos produtos.

Depois de serem consideradas todas estas restrições a lista passou a ser usada, diariamente, como o principal elemento usado na decisão das cargas a serem transportadas por este carro fixo.

#### **4.3.2 Análise diária das viagens**

Numa primeira fase foi criado o carro fixo do Sul, e começou efetivamente a prestar serviço no dia 17/10/2017. O estudo só começou a ser feito dia 15/11, mas já existiam cargas realizadas pelo carro fixo antes dessa data, por isso estudou-se esse período de 17/10 a 14/11, com o objetivo de se verificar se as viagens escolhidas tinham sido as melhores, para depois podermos comparar esse período com o período seguinte, em que iriam ser definidas as cargas a fazer com base no estudo prévio já mencionado.

Por isso, foram analisadas as cargas feitas pelo carro fixo nesse período e foi feito um estudo em que se compara, para cada viagem, o valor que seria pago com o formato de custos antigo e o valor que foi realmente pago com o novo, analisando o ganho conseguido.

Desta forma, organizou-se os dados para que visualmente a comparação entre os 2 formatos fosse mais fácil. Podemos ver na figura 5 que se organizou os dados através de colunas com informações como o número, nome dos locais abastecidos, a distância prevista para a viagem (km), a quantidade (m3) levada pela cisterna e o raio relativo a Aveiras. Através dos dados e das fórmulas já mencionadas, calculou-se o custo para os dois formatos e analisou-se a diferença. Neste período, pode-se verificar que é relativo a uma porção do mês de outubro, o que leva a que o CF seja inferior aos 6600 € acordados entre as empresas. Por isso, fez a proporção entre os

turnos realizados e o esperado para um mês inteiro, atribuindo-se um CF total com valor de 3311 €, transformando esse valor no CF/carga posteriormente, ao dividir por 50.

A	B	C	D	E	F	G
Carga	Nome Cliente	Distância (km) - real	Quantidade (M3)	Custo Met Antigo (€/por carga)	Custo Met Novo (€/por carga)	Ganho
C000121646	PE Porto de Mós	120	31,885			61,74
C000121654	PA Vila Chã	165	30,001			29,18
C000121662	PA A16 Sintra Ranholas O	162	32,007			42,29
C000121662	PA Trajouce	132	32,003			56,67
C000121702	PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS,LD	154	32,299			-9,34
C000121714	PA Marco Grilo	124	30,034			49,05
C000121719	PA Arroja	135	32,018			-1,36
C000121720	PA Oeiras + PA Trajouce	168	31,007			33,59
C000121780	PA Oeiras + PA Trajouce	135	29,919			43,10
C000121783	PA Vila Amélia N + PA Vila Amélia S	142	29,897			39,61
C000121784	PA Alta de Lisboa	145	29,911			38,25
C000121842	PA Benavente E + Cliente (Cascais)	122	29,91			49,29
C000121843	PA A16 Sintra Ranholas E + PA A16 Sintra Ranholas O	142	32,003			51,87
C000121849	PA Trajouce	165	30,006			29,20
C000121854	PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS,LD (Alcobaça)	145	32,297			-5,03
C000121854	PD Quinta do Conde	132	30,024			45,15

Figura 5 - Comparação carga a carga

Neste período podemos desde logo perceber que a nova solução seria capaz de criar grande poupança nos valores pagos por estas viagens, apesar de algumas viagens, individualmente, terem contribuído negativamente para o resultado final. A partir desta 1ª amostra foi possível tirar algumas conclusões, tais como o facto de o ganho aumentar com o aumento da quantidade levada pela cisterna, uma vez que não se paga mais pela quantidade no novo formato de custo. Por outro lado, também foi notório que existiam zonas que eram bastante mais vantajosas financeiramente que as restantes, sendo essas as zonas que se encontram no início dos raios, ou seja, perto dos seus limites.

A partir do dia 15/11/2017, ao mesmo tempo que se fez a análise do período anterior, começou-se a escolher as cargas feitas pelo carro fixo do Sul para o dia a seguir, com o auxílio da base de dados criada, analisando o que seria mais compensador em termos de rentabilidade. Desta forma, diariamente foram analisados os locais que iam ser abastecidos no dia seguinte, e tendo em conta os possíveis ganhos com o uso do carro fixo para cada um deles, eram decididas quais as viagens realizadas pelo carro fixo. Durante a semana eram definidas quatro cargas diárias e ao fim de semana duas, não havendo turno da tarde neste segundo caso. A 1ª carga é noturna, isto é, tem de ser realizada até às 6 da manhã, e depois o resto do dia faz as restantes, não existindo possibilidade de fazer cargas que estejam programadas para as 23h ou perto disso. É importante

ter em conta esta restrição, uma vez que no topo da lista de opções muitas das cargas são noturnas, ou seja, só podem receber entre as 23 e as 6; no entanto devido às condicionantes do carro, este só pode realizar uma dessas cargas noturnas, sendo necessário escolher a mais rentável entre elas.

À medida que as cargas iam sendo realizadas, todos os dados relativos a elas iam sendo arquivados, para no final de cada mês se poder fazer uma análise mais cuidada, havendo a possibilidade de analisar a poupança total conseguida através da nova solução, possibilitado a comparação dos ganhos obtidos com a solução. No entanto, só no final do mês é que podemos com mais segurança, analisar criticamente os dados, uma vez que até esse momento não é possível obter toda a informação necessária. Por um lado, os valores dos custos fixos reais são fornecidos pela transportadora, e apesar de poder ser feita uma previsão, só no final do mês é que se pode saber com exatidão esse valor. Por outro lado, os km que inicialmente são colocados no estudo são obtidos através de uma simulação do google maps, havendo sempre possibilidade de erro que influencie o valor correto do novo custo, sendo o valor exato fornecido pela transportadora no final de cada período. Por isso só quando toda esta informação é assegurada, no final do mês, é que a respetiva análise é realizada.

Uma das variantes já referidas verifica-se quando existem viagens com dois locais com raios diferentes. Para o estudo e elaboração da base de dados, foi feita a média dos custos dos raios individuais, porque na previsão não se sabe qual a quantidade que é abastecida em cada um dos locais, não sendo possível dividir a quantidade total por cada um dos locais. No entanto, depois de a carga ser transportada temos a informação da quantidade efetivamente levada, e com objetivo de ser o mais rigoroso possível, na tabela onde se aquiva o histórico do carro fixo, em vez de se colocar no custo do raio a média dos valores individuais, coloca-se como é feito na realidade o cálculo do custo de transporte para o formato antigo. Isto é, para uma viagem em que abastece os locais x e y, o custo antigo =  $qt(x) * \text{raio}(x) + qt(y) * \text{raio}(y)$ .

Na figura 6 está representada a informação guardada de cada uma das cargas realizadas, sendo através dela que é calculado o ganho conseguido através desta nova solução. Para além disso, podemos verificar que os km previstos e os km reais, assumidos pela transportadora (coluna a amarelo), assumem valores diferentes e esse fator pode ser preocupante se não for analisado com cuidado, pois reduz o eventual ganho.



C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Nome Cliente	Raio	Distância (km) - prevista	Distância (km) - real	Quantidade (M3)	Custo do raio (€/m3)	Custo Met Antigo (€/por carga)	Custo Fixo (por carga)	Custo Variável	Custo Met Novo (€/po
PA Porto Alto S	R1	77	80	30	4,05	121,50	67,35	38,4	105,75
PE Marrazes	R2	149,2	154	31,998	5,82	186,23	67,35	73,92	141,27
PA Alta de Lisboa	R2	115,2	114	30	5,82	174,60	67,35	54,72	122,07
PA Azambuja	R1	29,6	96	30	4,05	121,50	67,35	46,08	113,43
Amelia N + PA Vila Amelia S	R2	166	350	32	5,82	186,24	67,35	168	235,35
tela Padeiras + PE Cartaxo	R1	65,6	74	32	4,05	129,60	67,35	35,52	102,87
A16 Sintra Ranholas E	R2	155	166	30	5,82	174,60	67,35	79,68	147,03
le Mós + Cliente (Corredoura)	R2	116,8	120	32	5,82	186,24	67,35	57,6	124,95
PA Amora	R2	152,8	192	32	5,82	186,24	67,35	92,16	159,51
PE Rio Maior	R1	46,4	45	30	4,05	121,50	67,35	21,6	88,95

Figura 6 – Histórico das viagens

Por isso, para além da simulação do ganho com a nova solução, e que se usa os km reais, também é analisada a diferença de km previstos e reais, como demonstra a figura 7.

M	N
Ganho	Diferença km
15,75	3
44,96	4,8
52,53	-1,2
8,07	66,4
-49,11	184
26,73	8,4
27,57	11
61,29	3,2
26,73	39,2
32,55	-1,4
26,31	76,8
34,56	10,4
62,25	2,8
33,49	28,8
34,77	12,2
40,17	76,3
53,61	20,8
12,21	13,6
7,53	67,6
-246,39	645
113,05	-104,2

Figura 7 - Diferença de km

Outra das vertentes que foi necessário ter em conta foi o facto de a lista de opções poder ser constantemente renovada. Isto porque para a construção da base de dados não foram considerados os clientes, ou pela menos grande parte deles, o que implica que nos locais onde existem clientes diretos, mas não existem postos próprios Prio ou Pingo Doce, o estudo da rentabilidade para esses locais não está considerado. Deste modo, ao longo do estudo foram-se verificando novas combinações de locais, algumas delas com benefícios ao nível do custo, caso fossem realizadas pelo carro fixo, conduzindo à constante atualização da base de dados.

#### 4.4 Carro fixo Norte

Depois de logo nos primeiros meses se ter verificado que era possível tirar dividendos deste projeto na parte Sul do país, foi proposta a ideia de ser feito o mesmo para a zona mais a Norte. Assim, à semelhança do que acontece com o carro fixo de Aveiras, no Norte também foi testado um carro cobrado da mesma forma, com os mesmos parâmetros: custos fixos e custos variáveis. Diferencia-se nos locais considerados, uma vez que apesar de alguns deles poderem ser considerados quer para o Norte quer para o Sul, a grande maioria das hipóteses consideradas para o estudo anterior não fazem sentido para o carro do Norte, pois encontram-se bem mais próximos de centros de expedição mais a Sul.

Neste caso, o carro pode levantar combustível em 2 centros de expedição: Aveiro (Prio) e Matosinhos. A duração e o número de turnos mantêm-se igual ao caso anterior, no entanto, cada turno tem como restrição o facto de ter de começar e acabar no CE Aveiro, isto porque, cada turno é feito por um motorista diferente, e a troca entre eles tem de ser efetuada em Aveiro. Assim, e assumindo que no máximo o carro consegue fazer 4 viagens por dia, a 1ª e 3ª viagem têm de começar, e a 2ª e 4ª de acabar, no CE Aveiro. No entanto, a meio do turno a cisterna pode levantar combustível no centro de expedição de Matosinhos, sendo decisão influenciada pelos locais a abastecer.

As escolhas dos centros de expedição utilizados influenciam decisivamente os custos associados às viagens, uma vez que são responsáveis por definir, relativamente a cada local a abastecer, os km que vão ser percorridos e o raio que seria cobrado pelo formato antigo. No que toca aos km, estes são contabilizados desde o local onde é levantado o combustível, passando pelo local a abastecer até ao local onde vai abastecer para a viagem seguinte. Por exemplo, no caso de a 1ª viagem sair de Aveiro, mas a 2ª sair de Matosinhos, os km são relativos à viagem Aveiro – local – Matosinhos. O raio neste caso resultaria da posição relativa entre Aveiro e o local a abastecer.

Podemos verificar que existe uma maior variedade de opções neste caso, pois para além de todas os locais disponíveis, ainda é necessário decidir qual CE a ser utilizado com o objetivo de otimizar todas os custos das viagens. Normalmente no Sul, devido à localização do CE e às hipóteses propostas, havendo maior ou menor distância entre eles, consegue-se sempre fazer quatro viagens, uma vez que os locais considerados estão dentro do raio 2 no máximo, e as durações das mesmas permitiam cumprir esse número. No entanto, para o carro fixo do Norte isso não acontece, uma vez que todas as hipóteses a Norte têm de ser consideradas, já que para esses locais os centros de expedição mais próximos são os que estão a ser abordados neste estudo.

Assim, dentro das hipóteses consideradas existem viagens que têm durações acima do normal e que por isso condicionam o número de viagens por turno, havendo possibilidade de serem feitas num dia só três ou até mesmo duas cargas ao todo.

#### **4.4.1 Definição dos parâmetros**

Resultante de todas estas vertentes, este 2º caso de estudo tornou-se mais complexo e difícil de gerir em relação ao anterior. O número de opções é maior e considerando também as combinações entre cada um dos locais individuais, a base de dados só por esse fator possui uma quantidade de informação elevada. À semelhança do que foi feito para o caso anterior, os locais foram divididos por zona, juntando-os por proximidade e por semelhança de raios, limitando os locais que podem combinar entre si. Neste caso, existia a dúvida de qual CE se definia como referência para ajudar a concretizar as várias zonas que dividem os locais, mas foi considerado o CE Aveiro porque é aquele que tem maior expressão em termos de volume.

Depois de dividido por zonas e de se formarem todas as combinações possíveis, no passo seguinte determinou-se todos os dados necessários para calcular os custos dos dois formatos a comparar. No entanto, neste caso existe a possibilidade de as viagens começarem ou acabarem em dois CE, logo para cada local surgiu a necessidade de construir uma base de dados para as viagens de Aveiro – local – Aveiro, e outra de Aveiro – local – Matosinhos (os dados para uma viagem que comece em Matosinhos e acabe em Aveiro são iguais aos dados referentes a uma viagem para o mesmo local em que comece em Aveiro e acabe em Matosinhos). Para além disso, não é possível haver viagens de Matosinhos – local – Matosinhos devido ao facto de o início e fim de cada turno ter de ser obrigatoriamente realizado em Aveiro. As duas bases de dados são em tudo semelhantes, divergindo nos km necessários para realizar cada viagem, mantendo-se entre elas o valor do raio para cada local. Como podemos ver na figura 8, a estrutura da base de dados é em tudo idêntica à base de dados para o estudo do Sul.

B	C	D	E	F	G	H	I
Postos combinados	Raio	Distância (km)	Dist*2	Custo do raio (€/m3)	Custo Met Antigo (€/Por carga)	Custo Met Novo (€/Por carga)	Ganho
PA Vilar Formoso N	R4	197	394				119,99
PE Guarda	R3	160	320				87,67
Cliente (Bragança)	R5		552				80,63
PA Coimbra Parque Verde	R2	67,4	142				73,91
PA Taveiro	R2	66,5	133				76,95
PA Gafanha Av. Centro	R1	1,6	3,2				76,54
Vilar formoso - Guarda	R4/R3	209	418				75,19
PE Mirandela	R4	218	436				68,47
Cliente (S. pedro do sul)	R2	74,6	149,2				66,62
Coimbra parque verde - Taveiro	R2	78,8	157,6				65,78
Cliente (Sernancelhe)	R2		280				63,99
Gafanha Av. Centro - Gafanha nazaré	R1	5,9	11,8				55,77
PE tondela	R2	88,7	177,4				51,16
Cliente (Vila real)		163	326				50,39
Gafanha Av. Centro - Vagos	R1	16,2	32,4				50,36
Gafanha Av. Centro - Aveiro	R1	12,5	25				49,43
Cliente (Viseu)	R2		185				49,27
PA Viseu	R2	96,8	185				46,87
PA Barroselas	R3	148	296				46,39
Montalegre			449				43,99
Viseu - Cliente (Viseu)	R2		185				43,03
PA Gafanha Nazaré	R1	2,7	5,4				42,84
PA Oliveira Frades	R1	61,2	122,4				42,68
Cliente (Porto)	R2	78,2	156,4				42,04
PA Guia	R2	105	210				41,59
PA Vagos	R1	13,2	26,4				41,08
Albergaria-a-velha - Cliente (talhadas)	R1		90				40,63
Cliente (Aveiro)	R1		13,5				39,59

Figura 8 - Base de dados Norte

No entanto, o raio usado para calcular o custo formato antigo é conseguido de forma diferente. A necessidade dessa diferença surge do facto de termos 2 centros de expedição possíveis, e não podermos escolher fixar os raios tendo em conta um dos CE em detrimento do outro, e o valor médio entre eles também poderia não refletir a realidade, pois não reflete as vezes (quantidade) que os 2 centros são utilizados. Se a ideia passa por substituir a forma com os custos eram cobrados anteriormente, e como não existe um centro de expedição específico de onde são sempre carregadas as cisternas para abastecer estes locais, a solução encontrada foi a de considerar os raios que costumavam ser feitos. Para isso, analisou-se todas as cargas do ano de 2017 e através de tabelas dinâmicas calculou-se a média do custo do raio que efetivamente tinha sido cobrado durante esse período, e esse valor foi fixado a cada um dos locais. Assim, comparara-se o custo que normalmente era cobrado através do formato antigo, dependendo dos CE usados, com o formato novo desde o CE especificamente utilizado naquela ocasião. Desta forma, os raios de Aveiro e Matosinhos estão refletidos no custo do raio utilizado, sendo considerados estes valores para as duas bases de dados do carro fixo do Norte. Por isso, e considerando o mesmo valor de custos fixos, o único parâmetro que varia entre as duas bases de dados são os km percorridos por viagem.

Os CF totais por mês para o carro do Norte têm o mesmo valor que o carro fixo do Sul, 6600 €, no entanto, para a construção destas duas BD, existe uma pequena diferença no que toca aos valores dos CF/carga em relação ao Sul, fazendo variar a rentabilidade singular. Inicialmente, a ideia foi fazer o CF/carga igual ao carro do Sul onde se dividia o CF total por 98,9 cargas, que era o número de cargas previstas a entregar por mês pelo carro. No entanto, à medida que o estudo foi avançando, percebemos que muitas das cargas que mais compensavam eram as cargas mais longas, confirmando a impossibilidade de se conseguir realizar 4 cargas por dia nesses casos. Essa limitação fez variar o número de cargas totais no período, e consequentemente aumentou o CF/carga, logo foi necessário calcular um novo valor para o CF/carga.

Assim, foi considerado como plausível que se considerasse um valor intermédio, onde metade dos dias da semana se fizesse quatro viagens e nos restantes dias três, logo, por dia de semana prevê-se uma média de 3,5 cargas realizadas e ao fim de semana 1,5 cargas. Assim, sabendo que há 52 semanas por ano, fazendo a proporção para o mês, podemos chegar à conclusão que em vez de termos o número de cargas por mês igual ao carro do Sul, temos 82 cargas por mês para dividir pelo CF total. De salientar que este é o valor usado para construir a base de dados, logo é um valor provisório, e só mesmo no final do mês é que sabemos o CF/carga.

Custo fixo/carga	Nºcargas/mês
80,49	82
Cftotal=6600	

Figura 9 - Custo fixo Norte

Como podemos ver pela figura 9, o custo fixo por carga aumenta consideravelmente, levando a que a margem de ganho entre os dois métodos diminua, e existam menos cargas para diluir os custos fixos totais. Esta vertente do estudo do carro do Norte é um dos fatores que tem de ser considerado e balanceado aquando da decisão das cargas a serem feitas pelo carro fixo. Por um lado, quanto mais longas são as viagens escolhidas mais a relação km vs raio favorece o novo formato, uma vez que os custos dos raios aumentam bastante, no entanto o numero de cargas diárias que são realizadas é menor, sendo mais complicado diluir o custo fixo total. Por isso, optou-se por tentar encontrar um equilibrio entre realizar cargas longas e ao mesmo tempo conseguir realizar 3 cargas por dia.

Como demonstra a figura 10, a folha onde se foi registando o histórico das cargas diárias e as suas características é semelhante à do carro do Sul, sendo obtidos dados para o mesmo tipo de conclusões.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Data	Nome Cliente	Nº viagem	Centro de expedição	Raio	Distância (km) - prevista	Distância (km) - real	Quantidade (M3)	Custo do raio (€/m3)	Custo Met Antigo (€/por cai
15/12/2017	PA Estarreja + Cliente (Aveiro)	2	Aveiro	R1	61,4	90	32		
15/12/2017	PE Mangualde + Cliente (Talhadas)	3	Aveiro	R2	257	228	32		
15/12/2017	Cliente (Santos Evos-viseu)	4	Matosinhos	R2	241	250	32		
16/12/2017	PA Porto + PA VN Gaia N222	1	Aveiro	R2	91,1	198	32,003		
16/12/2017	Cliente (Porto)	2	Matosinhos	R1	88,4	8	32,994		
16/12/2017	PE Marrazes + Cliente (Amor)	3	Aveiro	R2	260	10	30,003		
18/12/2017	PA Porto + PA VN Gaia N222	1	Aveiro	R2	91,1	194	32		
18/12/2017	PA Vale Cambra	2	Matosinhos	R1	115	108	32		
18/12/2017	PA Viseu + PE Tondela	3	Aveiro	R2	228	250	31,997		
18/12/2017	PA Albergaria-a-velha E + PA Albergaria-a-velha O	4	Aveiro	R1	56,6	70	30,007		
19/12/2017	PA VN Gaia N222	1	Aveiro	R2	148,4	160	31,004		
19/12/2017	Cliente (Mindelo)	2	Matosinhos	R1	120	26	33		
19/12/2017	PE Mangualde	3	Aveiro	R2	208	224	32		
19/12/2017	PA Avanca + PE Estarreja	4	Aveiro	R1	69,2	222	32		
20/12/2017	Cliente (VN Gaia)	1	Aveiro	R2	89,7	152	30		
20/12/2017	Cliente (Porto)	2	Matosinhos	R1	88,4	38	33		
20/12/2017	PA Póvoa varzim	3	Aveiro	R2	144		32		
20/12/2017	Cliente (Mindelo)	4	Matosinhos	R1	120	204	32		
21/12/2017	Cliente (VN Gaia) + Cliente (Arcoselo VNG)	1	Aveiro	R1	93,2	228	28		

Figura 10 - Histórico carro fixo Norte

É importante referir que a recolha destes dados para estes dois carros é feito dia-a-dia, e é retirada a informação da plataforma SAP usada pela empresa. Os cálculos de cada um dos formatos de atribuição de custos depende dos dados colocados individualmente, através das fórmulas já descritas.

O estudo deste carro fixo foi iniciado no dia 12/12/2017, e à semelhança do que acontecia no carro do Sul, todos os dias as viagens alocadas ao mesmo eram decididas através da informação da base de dados criada, sendo o estudo, os desafios e as preocupações em tudo semelhante ao caso anterior.

#### 4.5 Substituição raios errados

Um dos estudos complementares à solução do novo formato de atribuição de custos foi a verificação dos raios cobrados pela empresa transportadora à Prio. Como já foi referido, o formato de pagamento às transportadoras pela distribuição de combustíveis é definido através da multiplicação do preço do raio pela quantidade de combustível levada na cisterna.

O ideal é, por isso, tentar conciliar os CE com os locais a abastecer, com o objetivo de serem aplicados raios mais baixos e consequentemente diminuir o custo logístico de distribuição. Neste sentido, e para se verificar que a empresa não estava a ser prejudicada nos valores de raios cobrados para cada viagem, verificou-se quais os raios cobrados nas viagens de cada um dos locais abastecidos, e se existiam casos em que a Prio estava a pagar mais pelo serviço do que aquilo que tinha sido acordado. Ou seja, sabendo que os raios estavam devidamente definidos, a ideia foi perceber se os raios que eram cobrados pelas transportadoras eram os mesmos que aqueles que estavam acordados entre as empresas.

Para isso analisou-se todas as cargas efetuadas no mês de outubro (o mais recente), considerando que nesse período todos os postos e clientes são abastecidos pelo menos 1 vez através dos vários centros de expedição que são usados, normalmente, para o efeito. Para cada um dos locais e respetiva zona de transporte, foram analisados os centros de expedição utilizados e os raios cobrados a essas viagens, bem como a transportadora que realizou essas viagens, através das faturas de custo de transporte.

Montagem de Raio	Rótulos de Coluna							
Ítulos de Linha	CEPSA:Matosinhos	Cepsa:Tanquiopor	Galp:Aveiras	Galp:Matosinhos	Galp:Sines	Prio Aveiro	Repsol:Aveiras	Total Gera
ABRANTES			12			7		19
AGUADA DE BAIXO				1		24		25
ALBERGARIA-A-VELHA						22		22
Alcantarilha -Silves					21			21
ALCOBAÇA			4			8		12
ALGÉS			27				5	32
ALMEIRIM			7			4		11
ALTURA - TAVIRA					9			9
ALVERCA			9			17	1	27
AMARANTE	2			4		8		14
AMARES	3			4		8		15
AMORA - SETUBAL		1	11		3	1	2	18
ARRIFANA	1		1			8		10
AVANCA						8		8
AVEIRO						21		21
AZAMBUJA			6			7	1	14
BARROSELAS	1			4		9		14
BEJA						10		10

Figura 11 - Raios usados para cada zona de transporte

Na verdade, cada local pertence a uma zona de transporte, podendo cada uma delas ter mais que um local associado, entre postos e clientes. É essa zona de transporte que define o raio que é cobrado, logo todos os locais com a mesma zona de transporte têm os mesmos raios para os diferentes centros de expedição. Assim, uma vez que esta informação foi retirada das folhas de custo de transporte, temos os dados relativos aos raios efetivamente cobrados pelas transportadoras.

Depois disto, o passo seguinte consistiu em perceber para cada um dos locais a abastecer, quais os raios que estão acordados entre as empresas, tendo como base a sua posição geográfica relativa a cada um dos CE, como demonstra a figura 12.

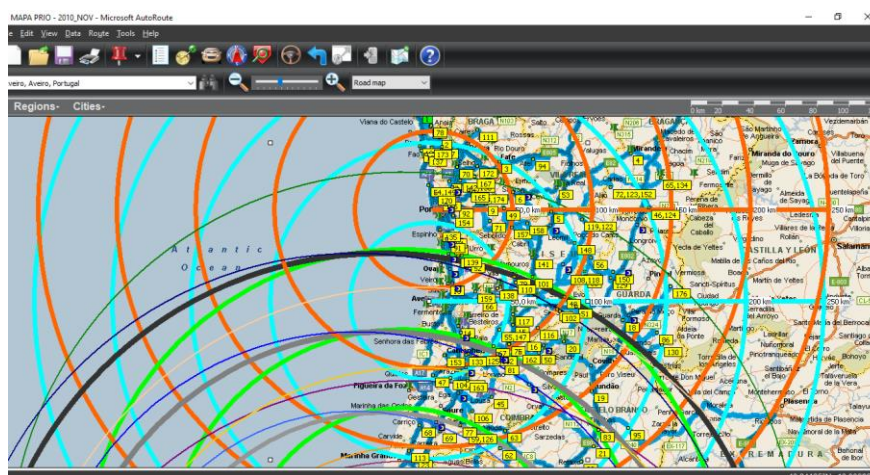


Figura 12 - Sistema de Raios

Para aceder à informação fidedigna dos raios que efetivamente deviam ser cobrados, auxiliámo-nos no AutoRoute, uma plataforma digital que contem o mapa detalhado de Portugal e que tem implementados os raios, delimitados com grande exatidão, relativos a cada um dos centros de expedição utilizados pela empresa. Assim, colocou-se no motor de busca dessa plataforma cada uma das zonas de transporte a estudar, e analisou-se a posição relativa e consequentemente o raio acordado para cada um dos CE. À medida que se obtinha essa informação, verificava-se se esse valor do raio (Raio=1...5) coincidia com os valores que estavam faturados nas folhas de custo de transporte.

Podemos verificar que para as zonas de transporte os raios atribuídos em sistema estavam corretos. No entanto, como já foi referido, para cada uma das zonas de transporte estão associados mais do que um local de abastecimento, tendo cada grupo os mesmos raios associados. Porém, isso pode não ser verdade, uma vez que apesar de serem locais próximos geograficamente, podem se encontrar próximos das extremidades dos raios (curvas), mas estando em lados opostos do mesmo. Por essa razão, o estudo comparativo foi feito



posteriormente, para cada um dos locais individualmente, de forma a garantir que os locais que partilhavam a mesma zona de transporte tinham efetivamente posições relativas semelhantes em relação a todos os centros de expedição utilizados.

Esta nova fase de comparação permitiu identificar que existem situações em que os raios cobrados à empresa são superiores aos que estavam acordados, aumentando o valor a pagar pelo serviço. Isto demonstra que apesar dos raios às zonas de transporte estarem atribuídos corretamente, os locais incluídos nesse grupo não deviam estar dispostos dessa forma, pois não partilham a mesma posição relativa perante todos os CE, ou seja, os raios da zona de transporte não coincidem totalmente com os raios de todos os postos e clientes que agregam.

Detetaram-se nesta análise dois casos que pertenciam à zona de transporte de Lisboa, mas que não se encontravam em conformidade. A zona de transporte de Lisboa tem um raio 2 relativamente ao CE Aveiras, no entanto, a cidade de Lisboa encontra-se mesmo na fronteira entre o raio 1 e o raio 2, pelo que se torna uma zona mais propensa a que surjam este tipo de erros. Apesar de a zona de transporte se encontrar com o raio certo tendo em conta a localização geográfica de Lisboa, quer o PA Alta de Lisboa, quer o PA Lisboa Av. Roma, pelo facto de se encontrarem mais perto do CE Aveiras já pertencem à zona dos locais de raio 1 a partir do CE Aveiras. Ou seja, a empresa tem pago pelo serviço de entrega a estes locais, quando a carga é levantada em Aveiras, um valor mais alto do que aquele que deveria pagar, uma vez que está a ser cobrado raio 2 a essas viagens quando na verdade deveria ser cobrado raio 1, que é mais barato, permitindo chegar à conclusão que a zona de transporte “Lisboa” não é a mais indicada para os definir.

A solução encontrada para contrariar e corrigir este erro, tendo em conta que a zona de transporte é o que define o valor do raio, definindo o valor a pagar, seria alterar a zona de transporte para estes dois locais. No entanto, não existia nenhuma zona de transporte que refletisse a posição deles na sua plenitude, daí que a decisão tenha passado por dividir os locais da zona de transporte “Lisboa” em 2 zonas: “Lisboa Norte” e “Lisboa Sul”. As zonas foram atribuídas aos postos e clientes próximos do limite do raio, sendo o Norte o que estava acima do limite do raio, ou seja, incluídas raio 1, e o Sul seria raio 2, definindo os locais que se encontravam abaixo do limite do raio, acabando por ficarem divididos da forma que podemos ver na figura 13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Z00000065	Z00000758					
2	Lisboa Sul	Cliente	Recebedor	Lisboa Norte	morada				
3		SILCAN OIL COMPANY LDA	TAXIKING	X	AV. INFANTE D. HENRIQUE	334 v		LISBOA	
4		SILCAN OIL COMPANY LDA	AGUIA DA ENCARNACAO - TRANSPORTES L	X	AVENIDA INFANTE D HENRIQUE	B/C	1950-408	LISBOA	
5		SILCAN OIL COMPANY LDA	TRANSPORTES GRALHEIRA LDA	X	AV. INFANTE D. HENRIQUE	334	1800-224	SANTA MARIA DOS OLIVAIS - OLIVAIS	
6	X	SILCAN OIL COMPANY LDA	AMARNAVE - SERVIÇOS MARÍTIMOS, LDA		R CINTURA DO PORTO DE LISBOA		1200-061	LISBOA	
7		SILCAN OIL COMPANY LDA	TÁXIS PRIORENSE - LISBOA	X	R AMÉRICO DE JESUS FERNANDES	LT L	1800-023	LISBOA	
8	X	REPARADORA AUTO PENHA, LDA	REPARADORA AUTO PENHA, LDA		AV.MOUZINHO ALBUQUERQUE	Nº10-A	1170-264	LISBOA	
9		PRIOR ENERGY	PA Lisboa Av. Roma	X					
10		PRIOR ENERGY	PA Alta de Lisboa	X					
11		T J XAREPA PNEUS, LDA	AGUIA DA ENCARNACAO - TRANSPORTES L	X	AVENIDA INFANTE D HENRIQUE	B/C	1950-408	LISBOA	
12		T J XAREPA PNEUS, LDA	TRANSPORTES GRALHEIRA LDA	X	AV. INFANTE D. HENRIQUE	334	1800-224	SANTA MARIA DOS OLIVAIS - OLIVAIS	
13		T J XAREPA PNEUS, LDA	TAXIS DONZILIA & CAETANO - LISBOA	X	AV. INFANTE D. HENRIQUE		1800-224	LISBOA	
14		T J XAREPA PNEUS, LDA	TÁXIS FLACH 2000	X	ARMAZÉM 7- AV. INFANTE D. HENRIQUE		1800-224	LISBOA	

Figura 13 - Divisão zonas de transporte

Como podemos verificar pela divisão, os clientes também foram considerados, e os PA Lisboa Av. Roma e PA Alta de Lisboa ficaram na zona de transporte Lisboa Norte, com raio 1 relativamente ao CE Aveiras, bem como grande parte dos clientes.

Qualquer caso que fosse identificado tinha de ser corrigido, independentemente do grau de expressão que tivesse em termos de custos. Mas estes 2 casos ainda aumentam mais a necessidade de alteração uma vez que o PA Lisboa Av. Roma já existe há algum tempo, para além de ser um posto com bastante expressão em termos de número de entregas, o que leva a crer que o valor perdido com esta situação é bastante elevado. No mesmo sentido, o posto de Alta de Lisboa, apesar de ser bastante recente, o facto de ter uma grande necessidade de entregas mensal leva a que se possa prever que o valor perdido com este erro seja bastante significativo, constituindo uma poupança considerável se a situação se alastrasse por mais tempo.

#### 4.5.1 Resultados da alteração

Como estes foram os únicos casos em que tais erros se verificaram, decidiu-se fazer um estudo mais detalhado para averiguar, na realidade, quanto a empresa pagou a mais durante o ano de 2017 até outubro, sabendo que este erro foi detetado a meio do mês de novembro.

Para isso analisou-se todas as cargas feitas para estes dois postos de abastecimento desde janeiro até outubro, sendo que o PA Alta de Lisboa só abriu em setembro. Filtrou-se esta pesquisa só pelas cargas que foram levantadas a partir do CE Aveiras e a partir desses dados, e com auxílio de

uma tabela dinâmica, obteve-se a quantidade total distribuída durante esse período para estes locais, dividindo a mesma pelas transportadoras que a entregou. A necessidade de se dividir por transportadora deve-se ao facto de cada uma delas praticar os seus próprios preços para o mesmo raio, e essa diferença teve de ser tida em conta no estudo, para calcular o custo total do transporte.

A ideia do estudo é calcular o custo que foi cobrado na realidade usando valores de raio 2, tendo em conta a quantidade transportada, e depois comparar esse custo com o que teria existido se todas essas cargas tivessem sido cobradas com o custo do raio 1.

No caso de Lisboa Av. Roma, apenas uma transportadora realizou viagens durante este período para este local a partir do CE Aveiras. Por isso, calculou-se o valor que se pagou por esse serviço no total, e o que se pagaria usando a mesma transportadora e quantidade, mas com o raio 1 a ser cobrado, e pode-se observar os resultados na figura 14.

w0					
Transportadora A		Soma de Quantidade			
Total Geral					
Transportadora A		Custo l/m3	Custo total (10meses)	Perdido TPD (10 meses) I	Total Perda (10 meses): 6 835,15 €
Raio 1			15 639,76	6 835,15	
Raio 2			22 474,91		Total Perda (3anos): 24 606,55 €

Figura 14 - Poupança raios PA Lisboa Avenida Roma

A imagem mostra o valor (€), para os raios 1 e 2, que se teria de pagar à transportadora que fez o serviço de entrega de combustíveis para o PA Lisboa Av. Roma durante o ano de 2017. Durante os 10 meses de estudo, tendo em conta a quantidade entregue, e os diferentes custos dos dois raios que estão a ser comparados, pode-se observar que o custo total varia bastante comparando as duas situações. Assim, multiplicando o custo de cada raio pela quantidade total e comparando os resultados com os dois raios diferentes, verifica-se que se gastou mais 6.835,15 € do que o suposto. Fazendo uma estimativa para o valor que se poupa com esta mudança, através do que se perdeu em 10 meses, no final de 3 anos, chega-se a 24.606,55€, um valor substancial.

No caso do PA Alta de Lisboa a quantidade entregue foi bem menor porque o posto só foi inaugurado em setembro, estando até outubro em funcionamento durante 2 meses. No entanto, devido ao volume de vendas e à capacidade dos tanques que armazenam o combustível, a perda por mês é bastante elevada, como demonstra a figura 15.

Rótulos de Linha		Soma de Quantidade	
Transportadoras	RALS A		
	RTE, LDA		
Total Geral			
Transportadora B	Custo €/m3	Custo total (10meses)	Perdido TJA (2 meses) €
Raio 1		382,41	172,46 €
Raio 2		554,87	
Transportadora A	Custo €/m3	Custo total (10meses)	Perdido TPD (2 meses) €
Raio 1		2851,84	1246,36 €
Raio 2		4098,20	
Total Perda (2 meses):			1 418,82 €
Total Perda (3anos):			25 538,75 €

Figura 15 - Poupança raios PA Alta de Lisboa

Um aspeto a ter em conta foi o facto de para este posto as entregas terem sido divididas por duas empresas transportadoras e como cada transportadora tem os seus próprios preços para os diferentes raios, dividiu-se os custos em parcelas, bem como as perdas associadas. Assim, para as quantidades totais transportadas por cada uma das transportadoras, calculou-se o valor que custaram as entregas, e o custo que teria se tivesse sido incluído no raio 1 durante o período em estudo. Somando as perdas, podemos afirmar que nos dois meses gastou-se a mais 1.418,82€, e fazendo uma estimativa para 3 anos podemos afirmar que esta alteração pode permitir poupar cerca de 25.538,75€, um valor bastante próximo do caso anterior.

#### 4.5.2 Influência no Carro fixo

No cômputo geral esta alteração veio diminuir o dinheiro que se paga às transportadoras, pois permitiu que as viagens para estes locais passassem a ser cobrados através de um raio inferior. Assim, contribuem para que as cargas que não são alocadas aos carros fixos, e que por isso são pagas através do formato de raios, tenham um custo inferior, e em última instância, contribuiu para a diminuição dos custos de distribuição.

No entanto, no que toca ao novo formato de custos não o beneficia em nada, uma vez que o mesmo não depende do raio, ou seja, os custos associados ao carro fixo não são alterados. Apesar disso, influencia o carro fixo do Sul no que toca à decisão das viagens mais rentáveis a serem realizadas por este. Isto porque ao alterar os raios, o custo do formato antigo previsto desses locais também é alterado, diminuindo-o. Esta mudança reduz a diferença de custos entre os dois formatos na cobrança de viagens para estes locais, fazendo com que as estas viagens em específico percam valor e desçam na lista de prioridades de cargas a serem feitas pelo carro fixo, tornando menos evidente a vantagem de as realizar através do carro fixo.

Para estes dois casos específicos, podemos dizer que o PA Lisboa Av. Roma nunca era escolhido para o carro fixo uma vez que só consegue ser abastecido por cisternas de menores dimensões. No entanto, a posição do PA Alta de Lisboa é bastante diferente uma vez que até esta fase de alteração dos raios era um dos locais mais rentáveis a serem feitos pelo carro fixo do Sul, sendo constantemente alocado ao mesmo como a 1ª carga do dia, pois é um posto que recebe em horário noturno. Com esta alteração, passou a ser cobrado a raio 1 e o custo do formato antigo baixou bastante, devido à diminuição do custo do raio, e por isso, apesar do custo do formato novo ser o mesmo, a diferença entre eles ficou muito menor deixando de compensar financeiramente.

Por isso, esta mudança de raios nestes locais influenciou o carro fixo do Sul, pois contribuiu decisivamente para que um dos postos mais rentáveis e mais vezes escolhido para ser abastecido pelo carro fixo, depois da alteração solicitada por este estudo, deixou de ser uma prioridade, abrindo espaço para que outra carga noturna fosse alocada a esta realidade.

#### **4.6 Ferramenta de decisão**

O grande objetivo deste estudo é reduzir o custo de distribuição dos combustíveis da empresa, alicerçando-se na diminuição do valor pago às transportadoras pela subcontratação desse serviço. A grande alteração que permite a diminuição desse valor é o novo formato de atribuição de custos que está associado a dois carros fixos.

Com a implementação do novo formato de custos às transportadoras, cada dia é necessário definir as cargas a serem realizadas por cada um dos carros fixos. Neste processo é necessário ver quais as cargas que são mais rentáveis, quando são comparadas a nova situação com a anterior. Para isso, foi elaborada uma lista para os centros de expedição em que estes carros podem

levantar o combustível, e tendo em conta todos os fatores a considerar, simular o ganho por viagem para cada caso, ou seja, para cada posto, pinga doce e cliente (localidade).

Com a ajuda destas bases de dados, todos os dias eram analisados os locais para os quais existiam necessidades de abastecimento no dia a seguir, resultante do aprovisionamento, e dentro desses, escolher as viagens que ofereciam a maior rentabilidade à empresa. No entanto, a forma com este processo era realizado oferecia dois problemas principais: o custo não otimizado e o tempo perdido.

Para permitir maior celeridade ao processo e ao mesmo tempo garantir que é escolhida a melhor combinação de viagens a serem feitas pelos 2 carros fixos desenvolveu-se uma ferramenta de decisão. A ferramenta foi criada no Excel, com auxílio de macros e programação VBA, e tem como função pesar todas as variantes e decidir automaticamente quais as cargas que devem ser alocadas aos carros fixo para o dia seguinte. A ideia passa por colocar no Excel a informação das cargas que estão programadas para o dia seguinte, e a ferramenta através de funções definidas à priori, decidir a melhor combinação de cargas para o dia seguinte para os carros fixos, dando indicação da ordem das mesmas e da rentabilidade final real resultante.

Muitas vezes o tempo que se perde a estudar todas as opções, apesar de existir uma base de dados que foi feita previamente com todos os casos possíveis, leva a que este processo atrase o resto do processo logístico, impossibilitando os colaboradores de prosseguirem o seu trabalho e de realizarem a tarefa seguinte. Para além do tempo despendido, existem variáveis que não estão contempladas e devidamente atualizadas aquando da tomada de decisão, uma vez que a base de dados não usa dados referentes ao aprovisionamento diário, mas sim previsões e generalizações.

Quando a decisão era feita tendo em conta as bases de dados, não eram contemplados alguns fatores que podem variar, limitando a veracidade da decisão. Por um lado, o CF/carga do formato novo era sempre o mesmo, não variando consoante o número de cargas que eram feitas por mês, podendo o valor real ser um pouco diferente daquele que estaria previsto. A ferramenta permitiu facilitar a gestão e a atualização dessa variável usada para o cálculo individual do formato novo. A variação deste valor acontece sempre, e não é possível controlar e antever o valor preciso, no entanto esse valor pode ir sendo atualizado periodicamente, com o objetivo de estar sempre o mais próximo possível do valor correto. A diferença desta ferramenta para a base de dados inicialmente feita é a sua disposição, uma vez que para todas as opções de viagens CF individual associado varia apenas de uma única célula, que ao ser alterada atualiza a rentabilidade de todos os locais, através da alteração do custo novo. Isso não acontecia com a base de dados anterior,

onde a disposição da mesma não era a mais favorável, uma vez que se encontravam divididas em várias folhas Excel, resultando das várias opções de CE e da divisão de zonas, o que limitava a flexibilidade e facilidade de manipulação desse fator.

O fator mais limitante é o custo do formato antigo, mais especificamente a quantidade, sendo provavelmente o fator em que a sua variação tem um maior peso na decisão final. O ideal é tentar aproveitar ao máximo as cargas enchendo as cisternas com 32 m<sup>3</sup>, e por isso foi essa a quantidade considerada na elaboração das bases de dados. No entanto, isso nem sempre é possível devido à impossibilidade dos postos de receber essas quantidades ou às quantidades pedidas pelos clientes, o que leva a uma variação significativa do valor do formato novo e consequentemente da rentabilidade de cada viagem. Assim, quando se analisava as diversas opções de cargas através do estudo inicial, as quantidades reais não eram consideradas, conduzindo a erros na conclusão de quais as melhores opções a atribuir ao novo formato de custos, levando em última instância a decisões erradas.

É neste sentido que a ferramenta tem um papel bastante importante, pois vai usar os dados reais presentes na plataforma SAP da empresa, referentes ao aprovisionamento de todos os locais para o dia seguinte, considerando desta forma as quantidades reais. Assim, essa quantidade real é usada, num dos passos da ferramenta, para calcular o custo do formato antigo, permitindo eliminar uma das maiores limitações do estudo inicial, que usava a quantidade predefinida de 32 m<sup>3</sup>. Esta melhoria não se reflete em maior tempo de decisão, bem pelo contrário, uma vez que tudo é feito de forma automática, e ao mesmo tempo reduz a probabilidade de erro de não escolhermos as cargas mais benéficas em termos de custos de distribuição.

A base de dados que alicerça a decisão desta ferramenta automática foi feita manualmente com informação semelhante à base de dados do estudo inicial. No entanto, esta é mais completa, uma vez que para além das variáveis necessárias para definir os custos do formato novo e antigo, tem informações adicionais acerca de cada local que são usadas durante toda a resolução do algoritmo.

#### **4.6.1 Introdução de dados**

Depois de formulada a ideia e os objetivos a atingir com a ferramenta de decisão, foi iniciado o desenvolvimento da mesma. Antes de começar a ser desenvolvido o código, estudou-se a forma funcional do projeto, as informações que seriam necessárias obter e a ideia geral do fluxo de

tarefas que teriam de ser criadas. Tendo em conta tudo o que foi referido e que abrange os carros fixos, desde logo percebemos que o nome do posto/cliente e as quantidades definidas para cada um desses locais seriam parte integrante da informação a ser considerada. Para além disso, e partindo do pressuposto que o objetivo é que o resultado seja a melhor combinação de viagens ao longo do dia, dispostas de forma sequencial, a indicação do período do dia em que cada posto e cliente exige receber os produtos também tinha de ser tida em conta.

Desde logo foi notório que existiam muitos postos e clientes, um número demasiado grande para serem considerados todos individualmente. Adicionando a isso o facto de os nomes de clientes não serem suficientemente explícitos para definir a localidade dos mesmos, conduziram à necessidade de uma 4ª informação, a zona de transporte. Assim, a informação a retirar da plataforma SAP e a colocar na ferramenta era nome (posto/cliente), zona de transporte, quantidade de combustível e restrição horária.

	A	B	C	D
1	Posto	Zona de transporte	Qt Parcial	Indicação horária
2	PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	4	
3	PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	11	10H-12H/15H-17H
4	PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	2	
5	PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	3	
6	PA FÃO	ESPOSENDE	5	15-17H/20H-21H
7	PA FÃO	ESPOSENDE	12	
8	PA FÃO	ESPOSENDE	3	
9	PA BARQUEIROS	ESPOSENDE	4	14.30H-17H/20H-22H
10	PA BARQUEIROS	ESPOSENDE	6	
11	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	9	10.30H-12H/15H-16.30
12	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	14	
13	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	3	
14	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	6	
15	PA MODIVAS	MODIVAS - PORTO	20	

Figura 16 - Informação bruta

#### 4.6.2 Elaboração bases de dados

De seguida, começaram a ser idealizadas as bases de dados que iriam suportar todo o processo, auxiliando a decisão. Uma das primeiras questões foi a definição de zonas que dividem todas as hipóteses, consoante a proximidade e o raio que têm em relação aos centros de expedição considerados. A experiência desta divisão já vinha do estudo feito previamente, e considerou-se



fundamental aqui também fazer essa separação, uma vez que, se se fizesse todas as combinações 2 a 2 de todas as hipóteses, o número de hipóteses final iria ser demasiado grande, sendo impossível considerar convenientemente um número tão avultado de viagens.

Por isso, foram definidas zonas para a parte Sul e Norte do país, sendo que os locais só podem ir combinados na mesma viagem se estiverem definidos na mesma zona. Neste processo, tentou-se dividir de forma a que cada zona abrangesse locais exclusivamente com o mesmo raio (perante os CE Aveiro ou CE Aveiras), no entanto, isso nem sempre foi possível, uma vez que existem locais que estavam bastante perto geograficamente e que historicamente costumavam formar cargas conjuntas, mas que têm raios diferentes, sendo estes casos considerados como opções válidas. Se fossemos intransigentes com esta restrição muitas das combinações que costumam ser feitas nunca seriam consideradas pela ferramenta. De salientar que as duas divisões presentes na figura 17 são totalmente independentes uma da outra.

	A	B	C	D	E	F
1	Localidade Sul	Zona		Localidade Norte	Zona	
2	LEIRIA MARRAZES	Zona A		MONÇÃO	Zona A	
3	LEIRIA	Zona A		BARROSELAS	Zona A	
4	OURÉM - SANTARÉM	Zona A		VILA VERDE	Zona A	
5	NAZARÉ - LEIRIA	Zona A		AMARES	Zona A	
6	PORTO DE MÓS	Zona A		BRAGA	Zona A	
7	ENTRONCAMENTO	Zona A		ESPOSENDE	Zona B	
8	ABRANTES	Zona A		PÓVOA DE VARZIM	Zona B	
9	PONTE DE SOR	Zona A		CAXINAS - VILA CONDE	Zona B	
10	COIMBRÃO	Zona A		MIRANDELA	Zona B	
11	GUIA - POMBAL	Zona A		GUIMARÃES	Zona B	

Figura 17 – BD divisão por zonas

Com o objetivo de não considerarmos locais muito a Sul do país para o carro do Norte, e vice-versa, todos os locais foram divididos pelo carro fixo para o qual são opção. Isto é, consoante a sua localização geográfica são definidos como possibilidades para o carro fixo do Sul ou para o carro fixo do Norte, sendo que há a possibilidade de cada local estar disponível para ser realizado por ambos os carros. Assim, na nova folha de Excel representada na figura 18, pode-se verificar que para cada local existem as opções de serem alocados ao carro do Norte, Sul ou Dois.

	A	B	C
1	Localidade	Norte/Sul/Dois	
2	ESPOSENDE	Norte	
3	PÓVOA DE VARZIM	Norte	
4	GUIMARÃES	Norte	
5	VILA DAS AVES	Norte	
6	SANTO TIRSO	Norte	
7	MAIA	Norte	

Figura 18 – BD escolha do carro

Importante referir que para estas duas bases de dados mencionadas, os nomes de identificação são as zonas de transporte e não a designação dos postos ou dos clientes e que os locais para serem devidamente considerados durante todo o processo vão ter de estar presentes nas duas folhas mencionadas.

Depois das zonas de transporte estarem devidamente identificadas, a base de dados que foi criada a seguir foi a que suporta as restrições de horários. Nesta folha os horários não estão associados a nenhuma zona de transporte, isto porque as restrições horárias para cada local podem variar de dia para dia. Como já foi referido, uma das informações importadas para o ficheiro Excel foram as observações relativas aos postos e clientes, observações essas que definem as indicações horárias de receção dos combustíveis. Assim, à medida que diariamente vão aparecendo novos textos nas observações, os mesmos vão sendo adicionada a esta base de dados, sendo para cada uma das indicações definido o nº da viagem correspondente do dia, de 1 a 4.

A	B
Horário	nº viagem
<6H	1
14-17H OU 20H	34
<8H	1
MANHÃ	12
23H	-1
CAPPO 20	1

Figura 19 - BD indicações horárias

Os carros fixos podem fazer no máximo 4 viagens, sendo que existe um turno de manhã e um turno à tarde. Desta forma, as viagens 1 e 2 correspondem ao turno da manhã, e de tarde tem-se as viagens 3 e 4, e consoante a restrição colocada para cada local definem-se os horários possíveis. O valor -1 atribui-se aos locais que não podem ser considerados durante o processo, porque não têm condições à partida para serem realizados pelo carro fixo. Por exemplo, quando na descrição temos que é necessário “carro pequeno”, ou seja, cisterna com capacidade inferior a 32 m<sup>3</sup>, o carro fixo não pode ser utilizado para essa viagem, pois as suas dimensões são demasiado grandes, para ser exequível essa situação.

A última base de dados, e a que reúne maior quantidade de informação é a representada na figura 20. Foi criada uma folha com toda a informação necessária, para cada uma das zonas de transporte existentes, para definir todos os parâmetros dos custos do formato antigo e novo. Como podemos verificar pela figura 21, para o formato novo foi definido o valor do CF/carga igual para todos os locais, e os km previstos para cada uma das viagens, acabando estes dois parâmetros por definir, à priori, o custo do formato novo. Os km foram obtidos novamente através do google maps, usando as zonas de transporte para o efeito. Para o formato antigo o parâmetro definido foi o custo do raio consoante o centro de expedição, enquanto a quantidade não se encontra definida inicialmente, só permitindo por isso, calcular este custo a meio do processo. Para além destes parâmetros, foi considerada outra característica que não está representada nas fórmulas dos dois tipos de custos, que é a duração da viagem.

No que toca à duração do transporte, este valor não é um valor real de tempo, mas sim uma proporção em relação à duração do dia e do conjunto dos dois turnos. Isto é, por dia existem dois turnos, um de manhã e outro à tarde, sendo que a duração do dia consideramos como o total de 1, definindo-se a duração de cada um dos turnos igual a 0,5. Desta forma, as viagens com duração de 0,25 são aquelas que podem ser feitas durante metade de um turno, possibilitando que outra viagem do género seja realizada ainda dentro do mesmo turno, enquanto que às que ocupariam um turno por inteiro era atribuída uma duração de 0,5.

M15										
MONÇÃO + AMARES										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1 R2 - Aveiras	Zona A					Aveiro - Aveiro	Zona A			
2 Posto - ID	Kms	Custo Metodo Novo	Raio	Duração	73,3	Posto - ID	Kms	Custo Metodo Novo	Raio	Duração
3 LEIRIA MARRAZES + LEIRIA MARRAZES	192		0,25			MONÇÃO + MONÇÃO	418			0,5
4 LEIRIA + LEIRIA	145		0,25			BARROSELAS + BARROSELAS	296			0,5
5 OURÉM - SANTARÉM + OURÉM - SANTARÉM	175		0,25			VILA VERDE + VILA VERDE	290			0,5
6 NAZARÉ - LEIRIA + NAZARÉ - LEIRIA	142		0,25			AMARES + AMARES	290			0,5
7 PORTO DE MÓS + PORTO DE MÓS	112		0,25			BRAGA + BRAGA	261			0,5
8 ENTRONCAMENTO + ENTRONCAMENTO	135		0,25			MONÇÃO +	418			0,5
9 ABRANTES + ABRANTES	188		0,25			BARROSELAS +	296			0,5
10 PONTE DE SOR + PONTE DE SOR	257		0,5			VILA VERDE +	290			0,5
11 COIMBRÃO + COIMBRÃO	220		0,25			AMARES +	290			0,5
12 GUIA - POMBAL + GUIA - POMBAL	229		0,25			BRAGA +	261			0,5
13 LEIRIA MARRAZES +	192		0,25			MONÇÃO + BARROSELAS	439			0,5

Figura 20 - BD parâmetros custo

Nesta folha, existem três base de dados separadas, que vão ser usadas em situações distintas: uma delas para o carro fixo do Sul, e duas para o carro fixo do Norte. À semelhança do que acontece com as outras folhas de Excel, o que define as possibilidades é a zona de transporte, não existindo diferenciação entre os locais que pertencem à mesma zona de transporte. Como já foi referido anteriormente, o carro do Norte tem a possibilidade de carregar em dois centros de expedição, Aveiro e Matosinhos, o que leva a que exista uma maior variedade de viagens, uma vez que, para além do número elevado de zonas de transporte, as viagens podem começar e acabar nesses dois locais. Assim, definiu-se duas bases de dados distintas para o carro do Norte, uma delas é para o caso de o início e fim da viagem ser em Aveiro, sendo os km relativos a essa viagem, enquanto que a outra agrega a informação de viagens em que o início seja num dos CE e o fim seja no outro.

A questão dos km e da duração torna-se de simples definição, no entanto, o custo do raio definido para cada uma das bases de dados assume valores diferentes, e foi necessária uma análise ao longo do tempo para perceber qual seria a melhor solução. Ao contrário do que acontece com o carro do Sul, neste caso temos dois centros de expedição, por isso surge a dúvida de qual o valor do raio a atribuir para cada caso. Se só fossem considerados os locais em que o centro mais próximo fosse o de Aveiro, e se existisse a certeza de que essas cargas iriam ser expedidas sempre do CE Aveiro, o custo do formato antigo podia ser obtido através do raio relativo a Aveiro. No entanto, isso para este carro não acontece, uma vez que são considerados todos os locais para o Norte do país, e muitos deles estão mais próximos do CE Matosinhos, levando a que, considerando o sistema de raios, o mais plausível seria essas cargas serem expedidas a partir de Matosinhos. Por isso foi decidido inicialmente, e de forma semelhante ao

estudo que tinha sido providenciado anteriormente, que o raio usado seria a média de raios cobrados ao longo de 2017, para cada uma das zonas de transporte, aplicando este custo às duas bases de dados.

No entanto, devido a restrições que influenciavam diariamente a decisão de alocação das cargas a cada um dos centros de expedição, durante largos períodos a opção de carregar no CE Matosinhos foi cancelada, levando a que a única opção para suprimir as necessidades de qualquer posto/cliente na zona Norte do país fosse o centro de expedição próprio da empresa, em Aveiro. Isto fez com que os raios que estavam definidos para calcular o custo do formato antigo não fizessem sentido, uma vez que estavam a considerar uma realidade de dois CE como opção, quando o que sucedia era que as cargas do Norte do país eram obrigatoriamente expedidas de Aveiro, sendo cobradas com os raios de Aveiro. Por isso, foi necessário encontrar uma solução que permita espelhar melhor a situação real.

Como já foi referido, existem locais que tem raios elevados relativamente ao CE Aveiro, mas têm raios bastante mais inferiores a partir de CE Matosinhos. Assim, e como a ideia geral quando falamos de sistema por raios é escolher os centros de expedição que têm raios mais baixos para baixar os custos, e ao considerarmos os raios desta forma (média), vamos estar a “oferecer” uma rentabilidade inferior para alguns locais que estão longe de Aveiro, porque estão mais próximos do centro de Matosinhos (Ex: Aveiro raio =4, Matosinhos raio =2). Assim, para estes casos o normal seria que esses locais fossem abastecidos através do centro de expedição mais próximo, ou seja, de Matosinhos, o que não acontecia, pois, essa opção não se encontrava disponível por estar interdita. Assim, foi necessário alterar os parâmetros do cálculo da rentabilidade pois não se podia obter o valor do formato antigo considerando que o CE utilizado seria o que baixasse mais o custo (média), como tinha sido feito até este momento, mas sim considerar que a única possibilidade existente era expedir o produto desde Aveiro. Por isso, os valores dos raios utilizados foram relativos exclusivamente a Aveiro quando esta situação se verificava, estando refletidos numa das bases de dados do carro do Norte. Para a outra base de dados do Norte, que considera que existem dois centros de expedição nessa zona do país, continua-se a usar a média dos raios cobrados em 2017.

A partir de todas as bases de dados criadas pode-se constatar que à priori o custo do formato novo já está definido inicialmente, no entanto, o tipo de custo antigo ainda carece da quantidade para ser calculado, uma vez que só o valor do raio é que está especificado. A informação em falta

será obtida através da plataforma SAP, resultante do aprovisionamento, e usada durante o processo de decisão automática da ferramenta Excel.

#### **4.6.3 Elaboração das combinações**

Depois de concluirmos a elaboração de toda a informação necessária para suportar a parte funcional do programa, começou-se a definir, passo a passo, cada uma das tarefas que possibilitam pegar na informação inicial do aprovisionamento, e que a transforme numa solução final, numa combinação de viagens que ofereçam a maior rentabilidade possível à empresa.

A existência de dois carros com características e locais a abastecer diferentes levou à necessidade de se construir resoluções com algumas diferenças entre si, apesar de grande parte do programa ser comum. Existem por isso 3 opções: o carro do Sul, o carro do Norte com hipótese de usar os 2 centros de expedição e carro do Norte usando só o CE Aveiro.

Numa 1ª fase os dados de entrada são alterados e formatados, onde se aproveita a informação disponível e a transforma de forma a que possa ser usada no resto do processo. Na coluna “Posto Sem Repetição” define-se a linha final de cada posto/cliente, com o objetivo de colocarmos a informação de local toda numa linha só. Assim, as linhas que têm na coluna “Posto” um nome igual na linha abaixo, assumem na coluna E o valor de “Provisório”, enquanto que as outras assumem o valor “Final”. A partir desta coluna E soma-se as quantidades e o nº de linhas. Nos dados de entrada, as quantidades de combustível vêm separadas por linhas, cada uma delas corresponde a um compartimento na cisterna que o vai carregar. Desta forma, é necessário somar todas as quantidades para sabermos qual a quantidade total a abastecer cada local, somando as quantidades da coluna “Qt Parcial”, até à linha “Final”. A coluna “Nº Linhas” conta o nº de linhas existentes para cada local, que significa o número de compartimentos usados da cisterna.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Posto	Zona de transporte	Qt Parcial	Indicação horária	Posto Sem Repetição	Qt Total	Nº Linhas	CE (localidade)	Carro	Zona	Horário
PA BARROSELAS	BARROSELAS	3	10H-12H/16.30H-18H	Provisório	3	1	NotAveiras	Norte	#N/D	24
PA BARROSELAS	BARROSELAS	13		Provisório	16	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA BARROSELAS	BARROSELAS	4		Final	20	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA AMARES	AMARES	3	9H-12H/15H-18H	Provisório	3	1	NotAveiras	Norte	#N/D	23
PA AMARES	AMARES	10	MANHÃ	Final	13	2	NotAveiras	Norte	#N/D	12
PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	9	10.30H-12H/15H-16.30	Provisório	9	1	NotAveiras	Norte	#N/D	23
PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	16		Provisório	25	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	3		Provisório	28	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	4		Final	32	4	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	10		Provisório	10	1	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	16	23H	Provisório	26	2	NotAveiras	Norte	#N/D	-1
PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	3		Provisório	29	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	3		Final	32	4	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA GUIA	GUIA - POMBAL	15	11H-12H/14H-16H	Final	15	1	NotAveiras	Dois	Zona A	23
PA PORTELA DAS PADEIRAS	SANTARÉM	27		Provisório	27	1	Aveiras	Sul	Zona B	1234
PA PORTELA DAS PADEIRAS	SANTARÉM	3		Final	30	2	Aveiras	Sul	Zona B	1234
PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	8	10H-12H/15H-17H	Provisório	8	1	NotAveiras	Norte	#N/D	23
PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	11		Provisório	19	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA BRAGA FOJO SUL	BRAGA	4		Final	23	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA VILA DAS AVES	VILA DAS AVES	11	11-12H/15H-17H	Provisório	11	1	NotAveiras	Norte	#N/D	234
PA VILA DAS AVES	VILA DAS AVES	2		Provisório	13	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
PA VILA DAS AVES	VILA DAS AVES	3		Final	16	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234

Figura 21 - Tratamento de dados

As últimas colunas da figura 21 são resultado das bases de dados que foram criadas anteriormente. A coluna “Carro”, através da zona de transporte de cada local e da função procv, vai buscar à folha da figura 17 a indicação de qual carro poderá realizar cada viagem. De forma idêntica, na coluna “Zona” vai buscar à base de dados da figura 18 a informação da zona na qual se encontra a zona de transporte da linha correspondente. Aqui já existe a primeira diferença entre o carro do Norte e o carro do Sul, uma vez que no caso de estarmos a correr o programa do carro fixo do Sul, os locais que são afetos ao carro “Norte”, não terão zona associada, e vice-versa.

Por fim, a coluna “Horário” usa a informação presente na “Indicação horária”, para definir quais as viagens a que pode ser feito, entre 1,2,3 ou 4. No caso de não existir qualquer observação, o horário será definido como “1234”, podendo ser entregue a qualquer hora do dia.

Na fase seguinte os dados são copiados para a folha “Hipóteses”. Nesta nova folha, representada na figura 22, vão ser realizados todos os passos de tratamento de dados para eliminar as opções que não estão dentro dos requisitos, restando no final exclusivamente todas as combinações possíveis de serem realizadas pelos carros fixos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	PA BARROSELAS	BARROSELAS	3	10H-12H/16.30H-18H	Provisório	3	1	NotAveiras	Norte	#N/D	24
2	PA BARROSELAS	BARROSELAS	13		Provisório	16	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
3	PA BARROSELAS	BARROSELAS	4		Final	20	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
4	PA AMARES	AMARES	3	9H-12H/15H-18H	Provisório	3	1	NotAveiras	Norte	#N/D	23
5	PA AMARES	AMARES	10	MANHÃ	Final	13	2	NotAveiras	Norte	#N/D	12
6	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	9	10.30H-12H/15H-16.30	Provisório	9	1	NotAveiras	Norte	#N/D	23
7	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	16		Provisório	25	2	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
8	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	3		Provisório	28	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
9	PA PÓVOA DO VARZIM	PÓVOA DE VARZIM	4		Final	32	4	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
10	PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	10		Provisório	10	1	NotAveiras	Norte	#N/D	1234
11	PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	16	23H	Provisório	26	2	NotAveiras	Norte	#N/D	-1
12	PA TAVEIRO - COIMBRA	TAVEIRO	3		Provisório	29	3	NotAveiras	Norte	#N/D	1234

Figura 22 - Dados copiados

O primeiro passo consiste em ordenar todos os dados por zona, permitindo que os locais que podem combinar e fazer cargas completas entre si se encontrem juntos. Em seguida, as colunas “Qt parcial” e “Indicação Horária” são removidas, pois já estão representadas nas novas colunas geradas.

No passo seguinte, o código trata a indicação horária para cada posto/cliente. Inicialmente, em cada linha dos dados de entrada, através da observação que era colocada, era gerado um horário com os algarismos 1,2,3 e/ou 4, consoante o nº da sequência de viagens durante o dia em que cada carga devia ser entregue. No entanto, esta associação era feita linha a linha, levando a que, e sabendo que inicialmente cada posto/cliente tinha mais que uma linha associada, por vezes linhas para o mesmo local tinham atribuídos horários diferentes, pois as observações horárias eram colocadas somente numa das linhas, e não em todas. Este fator criou a necessidade de copiar o horário resultante das observações horárias para a linha “Final” de cada posto/cliente, caso o horário correto se encontre numa das linhas “Provisório”.

Esta fase de tratamento de dados é comum aos dois carros fixos, sem qualquer tipo de diferença. Depois disto, a ferramenta procede à 1ª restrição de dados, filtrando por tipo de carro, Sul ou Norte, consoante o programa que está a ser utilizado. De seguida, realiza-se um novo passo de eliminação nos locais, eliminando aqueles cuja localização é demasiado longe do centro de expedição, não fazendo sentido ser considerado. Esta restrição é feita através da zona à qual cada local está associado. Uma vez que todos os locais têm definidos uma zona, no entanto, aqueles que se encontram em zonas demasiado longe e remotas do centro de expedição, na base de dados da figura 17 têm a designação de “Nenhum”, significando que não se encontra em nenhuma zona viável, não se identificando com nenhum grupo de locais. As linhas que estiverem designadas com a zona “Nenhum” são eliminadas nesta fase, ficando só aquelas que serão



consideradas para as combinações. Esta fase é comum para os dois carros, só os locais filtrados é que são diferentes.

Nesta fase, os locais que ainda estão disponíveis são aqueles que, em termos de localização, são para ter em conta. Com o objetivo de reduzir o número de linhas, são eliminadas todas as linhas “Provisórias”, ficando apenas com as “Final”, que contêm toda a informação necessária e são representativas dos locais a considerar, como quantidades totais e horários.

O último fator de eliminação antes dos locais serem combinados está relacionado com as observações, nomeadamente os locais que têm restrição horária com o valor -1. Aquando da conversão da “Indicação horária” para o horário, passando a estar definido como 1,2,3 e/ou 4, para além desses, também podem assumir o valor -1, indicando que, por motivos físicos das cisternas ou horários incompatíveis com os turnos, não sejam sequer opções para serem realizadas pelo carro fixo. Assim, quando nas observações vem essa indicação, automaticamente o horário passa a valor -1, e nesses casos, nesta fase elimina-se todas as linhas que têm esse valor no horário, limitando mais uma vez as opções a ter em conta.

Concluída esta 1ª fase de restrições, os locais que restam são aqueles que podem ser considerados, havendo a hipótese de serem realizados individualmente ou através de combinações. Assim, nesta fase os locais que pertencem à mesma zona são combinados 2 a 2 obtendo-se todas as hipóteses de viagens, sem qualquer tipo de restrição, representadas na figura 23.

	J	K	L	M	N	O
1	GUIA - POMBAL +	PA GUIA +	17	1	1234	
2	GUIA - POMBAL + PORTO DE MÓS	PA GUIA + PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	35	3	1234	1
3	GUIA - POMBAL + PORTO DE MÓS	PA GUIA + PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS)	41	3	1234	1
4	GUIA - POMBAL + GUIA - POMBAL	PA GUIA + PA GUIA	27	3	1234	1234
5	GUIA - POMBAL + LEIRIA	PA GUIA + MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA	22	2	1234	12
6	GUIA - POMBAL + LEIRIA MARRAZES	PA GUIA + PINGO DOCE MARRAZES	49	3	1234	1234
7	GUIA - POMBAL + PONTE DE SOR	PA GUIA + PINGO-DOCE PONTE SOR	34	4	1234	1234
8	PORTO DE MÓS +	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) +	18	2	1	
9	PORTO DE MÓS + PORTO DE MÓS	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) + PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS)	42	4	1	1
10	PORTO DE MÓS + GUIA - POMBAL	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) + PA GUIA	28	4	1	1234
11	PORTO DE MÓS + LEIRIA	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) + MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA	23	3	1	12
12	PORTO DE MÓS + LEIRIA MARRAZES	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) + PINGO DOCE MARRAZES	50	4	1	1234
13	PORTO DE MÓS + PONTE DE SOR	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS) + PINGO-DOCE PONTE SOR	35	5	1	1234
14	PORTO DE MÓS +	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS) +	24	2	1	
15	PORTO DE MÓS + GUIA - POMBAL	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS) + PA GUIA	34	4	1	1234
16	PORTO DE MÓS + LEIRIA	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS) + MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA	29	3	1	12
17	PORTO DE MÓS + LEIRIA MARRAZES	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS) + PINGO DOCE MARRAZES	56	4	1	1234
18	PORTO DE MÓS + PONTE DE SOR	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS) + PINGO-DOCE PONTE SOR	41	5	1	1234
19	GUIA - POMBAL +	PA GUIA +	10	2	1234	
20	GUIA - POMBAL + LEIRIA	PA GUIA + MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA	15	3	1234	12
21	GUIA - POMBAL + LEIRIA MARRAZES	PA GUIA + PINGO DOCE MARRAZES	42	4	1234	1234
22	GUIA - POMBAL + PONTE DE SOR	PA GUIA + PINGO-DOCE PONTE SOR	27	5	1234	1234
23	LEIRIA +	MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA +	5	1	12	
24	LEIRIA + LEIRIA MARRAZES	MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA + PINGO DOCE MARRAZES	37	3	12	1234
25	LEIRIA + PONTE DE SOR	MANUEL RODRIGUES FERREIRA & VENDA + PINGO-DOCE PONTE SOR	22	4	12	1234
26	LEIRIA MARRAZES +	PINGO DOCE MARRAZES +	32	2	1234	
27	LEIRIA MARRAZES + PONTE DE SOR	PINGO DOCE MARRAZES + PINGO-DOCE PONTE SOR	45	5	1234	1234

Figura 23 - Lista de hipóteses

Como podemos verificar pela figura anterior, a combinação consiste em: agregar na coluna J, as zonas de transporte dos dois locais que estamos a combinar, e na coluna K os nomes dos dois postos/clientes; na coluna L encontra-se a soma das quantidades, e na coluna M a soma das linhas dos dois locais; para a coluna N e O são copiados os valores dos horários dos dois locais individualmente. Nesta lista também estão presentes as viagens que não representam combinações entre dois locais. Este passo permite constituir a lista de todas as hipóteses que serão consideradas para serem usadas no carro fixo, na obtenção da melhor combinação diária final.

O último passo antes de se avançar com a nova fase de restrições sobre esta lista de hipóteses é o de definir o horário para as combinações, uma vez que nesta fase os horários individuais encontram-se separados em duas colunas, não estando agregados. Assim, esta fase consiste em juntar as 2 colunas, mantendo exclusivamente os Algarismos (1,2,3, e/ou 4) que são comuns aos dois horários, pois a hipótese combinada tem de respeitar as restrições horárias individuais. Para os casos individuais, o horário mantém-se inalterado.

A partir daqui a informação referente a cada hipótese, individual ou combinada, está devidamente definida, e o próximo passo é o de restringir a lista somente às hipóteses que são possíveis de ser realizadas, de acordo com alguns parâmetros definidos.

Como já foi referido, as cisternas que transportam os combustíveis líquidos têm limitações, tanto ao nível da quantidade total, como no que toca ao número e capacidade dos compartimentos que dividem a mesma. Para além disso, a cisterna tem obrigatoriamente que ter uma elevada percentagem de ocupação da capacidade, aquando da realização das viagens, com o objetivo de rentabilizar ao máximo a mesma. Posto isto, foram aplicadas duas restrições que permitem eliminar uma grande parte das hipóteses, facilitando o acesso à melhor combinação, e ao mesmo tempo assegurar que a combinação escolhida respeita todas as restrições e é exequível. Por um lado, no que toca à quantidade total carregada pela cisterna, o programa elimina todas as hipóteses cuja quantidade correspondente é inferior a 29 ou superior a 32 m<sup>3</sup>, permitindo que esta seja otimizada de uma forma bastante significativa, e ao mesmo tempo não ultrapasse o limite de capacidade. Por outro lado, elimina as viagens que têm um número de linhas maior que 7, ou seja, cargas que necessitariam de cisternas com mais de 7 compartimentos, o que não existe na frota disponível. Quer a fase de combinações, quer a fase das restrições mencionadas são comuns aos dois carros fixos.

Se até aqui tudo é bastante semelhante entre as três possibilidades de resolução, nesta fase existe alguma diferenciação das mesmas. Quer para o carro fixo do Sul, quer para o carro fixo do Norte quando se usa só o centro de expedição de Aveiro, a lista de hipóteses está completa, uma vez que cada viagem só pode ser carregada num único CE. No entanto, o carro fixo do Norte também tem a opção de poder começar cada viagem em dois CE, Aveiro e Matosinhos, aumentando as hipóteses para o dobro, uma vez que cada viagem pode ser iniciada e finalizada em um desses dois CE. Por isso, para este caso em específico, nesta fase a lista de opções é duplicada.

Depois de se ter eliminado as combinações que não são exequíveis, a fase seguinte consiste em alocar a cada uma das hipóteses os dados referentes ao formato antigo e novo, de forma a que estes possam ser posteriormente comparados. É nesta fase que a base de dados da folha “Base Km”, que contém a informação relativa aos km percorridos por cada viagem e consequente custo do formato novo, bem como o valor do raio e a duração para cada local/combinção. Nesta fase, através da função *procv*, adiciona-se as colunas com a informação da duração, do custo do formato novo e do raio relativo ao CE específico. Este passo é comum a cada uma das três possibilidades de resolução, onde a função vai buscar a informação à base de dados correspondente ao centro de expedição específico.

Para a resolução do carro Norte com dois CE, este passo difere no sentido em que existem dois blocos de dados, com as mesmas hipóteses, pois foram duplicados anteriormente. Um deles é para as viagens “Aveiro-local-Aveiro” e o outro é para as viagens “Aveiro-local-Matosinhos” (ou Matosinhos-local-Aveiro), tendo por isso dados diferentes no que toca a km e raio, bem como à duração. Ou seja, para este caso, cada viagem está presente duas vezes, com características, e consequentemente, rentabilidades diferentes. Com o objetivo de diferenciar os dois grupos de viagens, para o grupo dos que passam por CE Matosinhos, ao nome do posto/cliente é adicionado “(M)”, facilitando aquando da solução final, a determinação de que centros de expedição usar, para além dos locais a abastecer.

Depois de se alocar estas informações a cada uma das hipóteses existentes, e usando os valores do raio e da quantidade calculada anteriormente, obtém-se o custo do formato antigo. A rentabilidade é calculada subtraindo o custo do formato antigo pelo custo do novo, e uma rentabilidade positiva significa que a viagem correspondente é mais vantajosa de ser realizada pelo carro fixo (formato novo), do que usando o sistema de raios. No final desta etapa, obtém-se

a lista de todas as hipóteses com a informação relativa ao custo do dos dois formatos, e através deles, à rentabilidade final.

Todas as hipóteses que ainda estão disponíveis após a conclusão do passo anterior são possíveis, no entanto, nem todas são viáveis economicamente, conduzindo a uma situação de um grande número de hipótese quando na realidade, muitas delas não fazem sentido serem consideradas. Por isso, e através da última coluna criada que reflete a rentabilidade de cada viagem, neste passo elimina-se todas as cargas que têm rentabilidade inferior a -10. Inicialmente pensou-se em eliminar todos os que têm valores negativos, mas para garantir que tínhamos hipóteses suficientes para concluir o estudo com sucesso, e tendo em conta que muitas vezes no Norte não é tão fácil encontrar muitas soluções viáveis, decidiu-se considerar então uma ligeira gama de viagens com rentabilidade negativa. Este passo é igual para as três resoluções, e a lista final vai conter as viagens que vão ser comparadas entre si, de forma a que se consiga atingir a melhor combinação entre elas, maximizando a rentabilidade, sabendo que no máximo podem ser usadas quatro delas e que existem restrições e horários que têm de ser cumpridos.

## 5. Análise da abordagem proposta e apresentação de resultados

Neste capítulo vão ser abordadas as soluções finais e funcionalidades disponíveis depois do desenvolvimento dos programas de apoio à decisão, bem como os resultados obtidos em detrimento da nova forma de atribuição de custos de distribuição.

### 5.1 Solução final

O código necessitou de ser alterado várias vezes por diversas razões, entre as quais o facto de através da 1ª resolução o número de hipóteses ser muito elevado, e ao iterarmos todas as combinações possíveis, 4 a 4, o número de combinações era enorme levando a que o código, para que conseguisse correr na sua totalidade, demorasse alguns minutos. Por isso, essa situação teve de ser contornada, e para além de todas as restrições mencionadas anteriormente, o próprio caminho de desenvolvimento do problema sofreu alterações na sua conceção. Um dos exemplos é o passar de uma resolução em que se consideravam todas as combinações, 4 a 4, possíveis, enquanto que na resolução final só se considera uma única solução, a mais rentável, como ficará demonstrado a seguir.

Depois de se obter a lista final com todas as opções válidas a ferramenta agrupa as hipóteses por grupos. É nesta fase que o horário é fator determinante, uma vez que os grupos são definidos tendo em conta o nº da viagem em que podem ser descarregados e também a duração relativa da viagem, 0,25 ou 0,5.

Cada viagem pode ter associada como nº de viagem 1,2,3 e/ou 4, e a duração pode assumir os valores de 0,25 e 0,5. Desta forma, podemos definir 6 grupos de viagens, fazendo variar estes dois componentes. Cada viagem pode ser alocada a mais que um grupo, uma vez que pode ter características que se identifiquem com vários. Desta forma, no grupo 1 agrupa-se as viagens que têm no horário indicada a possibilidade de serem descarregadas na 1ª viagem e que ao mesmo tempo têm a duração de 0,25, significando isso que só ocupam a 1ª viagem e não se alastram até à 2ª viagem, e consequentemente até ao final do turno. Na mesma linha, o 2º grupo é composto pelas viagens que podem ser descarregadas na 2ª viagem e que só necessitam de 0,25 de duração relativa. O grupo 3 junta todos os locais que podem ser abastecidos de manhã, ou seja, que têm indicação horária de 1ª ou 2ª viagem, mas que ocupam o turno por inteiro, não possibilitando que mais nenhuma viagem seja realizada de manhã.

Para o turno da tarde estão definidos outros três grupos, um com as viagens de duração 0,25 que podem ser descarregadas na 3ª viagem, o outro com as que podem ser realizadas na 4ª viagem, com a mesma duração, e o último grupo com as hipóteses que, devido à sua duração total, necessitam de ocupar todo o turno da tarde, tendo uma duração de 0,5, podendo ser descarregadas quer à 3ª como à 4ª viagem do dia.

No final desta divisão, cada hipótese está presente nas viagens em que pode ser realizada, estando a partir daqui contemplada a informação acerca das restrições horárias individuais, assegurando que a solução final vai respeitar este aspeto. Esta informação é enviada para a folha de Excel final, onde a solução vai ser obtida.

Área de Manutenção	Tipos de Leita	Assinamento	Numero	Estados	Leituras	Carga
126						
1	PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"	-6,1 PA GUIA + PINGO DOCE(PORTO DE MOS) "GUIA - POMBAL + PORTO DE MÓS"	-6,7 PA GUIA + PINGO DOCE(PORTO DE MOS) "GUIA - POMBAL + PORTO DE MÓS"	-6,7 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"	-6,7 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"	-6,7 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"
2	PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA VIALONGA "SANTARÉM + VIALONGA - LSB"	-8,98 PA ÓBIDOS + "ÓBIDOS-LEIRIA +"	17,66 PA ÓBIDOS + "ÓBIDOS-LEIRIA +"	17,66 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA VIALONGA "SANTARÉM + VIALONGA - LSB"	17,66 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA VIALONGA "SANTARÉM + VIALONGA - LSB"	17,66 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA VIALONGA "SANTARÉM + VIALONGA - LSB"
3	PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO-DOCE CHAMUSCA "SANTARÉM + CHAMUSCA"	0,14 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"	-6,1 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PA PORTO ALTO S "SANTARÉM + SAMORA CORREIA"	-6,1 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO-DOCE CHAMUSCA "SANTARÉM + CHAMUSCA"	-6,1 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO-DOCE CHAMUSCA "SANTARÉM + CHAMUSCA"	-6,1 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO-DOCE CHAMUSCA "SANTARÉM + CHAMUSCA"
4	PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"	4,46 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"	4,46 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"	4,46 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"	4,46 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"	4,46 PA PORTELA DAS PADEIRAS + PINGO DOCE RIO MAIOR "SANTARÉM + RIO MAIOR"
5	PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"
6	PA ALENQUER + PA VIALONGA "ALENQUER + VIALONGA - LSB"	0,66 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA PORTO ALTO S + PA ALENQUER "SAMORA CORREIA + ALENQUER"	16,478 PA ALENQUER + PA VIALONGA "ALENQUER + VIALONGA - LSB"	16,478 PA ALENQUER + PA VIALONGA "ALENQUER + VIALONGA - LSB"	16,478 PA ALENQUER + PA VIALONGA "ALENQUER + VIALONGA - LSB"
7	PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"	6,18 PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"	6,18 PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"	6,18 PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"	6,18 PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"	6,18 PA ALENQUER + PINGO DOCE RIO MAIOR "ALENQUER + RIO MAIOR"
8	PA ALVERCA + "ALVERCA +"	18,188 PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"	15,788 PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"	15,788 PA ALVERCA + "ALVERCA +"	15,788 PA ALVERCA + "ALVERCA +"	15,788 PA ALVERCA + "ALVERCA +"
9	PA VIALONGA + PA FAMOES "VIALONGA - LSB + ODIVELAS"	-0,82 PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"	6,968 PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"	6,968 PA VIALONGA + PA FAMOES "VIALONGA - LSB + ODIVELAS"	6,968 PA VIALONGA + PA FAMOES "VIALONGA - LSB + ODIVELAS"	6,968 PA VIALONGA + PA FAMOES "VIALONGA - LSB + ODIVELAS"
10	PA ALTA DE LISBOA + "LISBOA NORTE +"	1,58 PA TRAFARIA + VEIGA & SEABRA, SA "TRAFARIA + CHARNECA CAPARICA"	29,84 PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"	29,84 PA ALTA DE LISBOA + "LISBOA NORTE +"	29,84 PA ALTA DE LISBOA + "LISBOA NORTE +"	29,84 PA ALTA DE LISBOA + "LISBOA NORTE +"
11	PA ARROJA + "ODIVELAS +"	-0,82 PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"	8,24 PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	8,24 PA ARROJA + "ODIVELAS +"	8,24 PA ARROJA + "ODIVELAS +"	8,24 PA ARROJA + "ODIVELAS +"
12	PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"	15,788 PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	29,9 PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"	29,9 PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"	29,9 PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"	29,9 PINGO-DOCE CALDAS DA RAINHA + "CALDAS DA RAINHA +"
13	PA TRAJOUCE + PA OIRAS "S. DOMINGOS DE RANA + OIRAS"	31,148 PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"	6,164 PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"	31,148 PA TRAJOUCE + PA OIRAS "S. DOMINGOS DE RANA + OIRAS"	31,148 PA TRAJOUCE + PA OIRAS "S. DOMINGOS DE RANA + OIRAS"	31,148 PA TRAJOUCE + PA OIRAS "S. DOMINGOS DE RANA + OIRAS"
14	PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"	6,968 VEIGA & SEABRA, SA + PINGO DOCE MOITA "CHARNECA CAPARICA + MOITA"	25,58 PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"	6,968 PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"	6,968 PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"	6,968 PA TRAFARIA + PA AMORA "TRAFARIA + AMORA - SETUBAL"
15	PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"	8,24 PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"	18,38	8,24 PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"	8,24 PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"	8,24 PA TRAFARIA + PINGO DOCE QUINTA DO CONDE "TRAFARIA + SETUBAL"
16	PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	29,9 PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"	24,14	29,9 PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	29,9 PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	29,9 PA AMORA + PA MARCO DO GRILLO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"
17	PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"	6,164		6,164 PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"	6,164 PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"	6,164 PA AMORA + PINGO DOCE MOITA "AMORA - SETUBAL + MOITA"
18	PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"	18,38		18,38 PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"	18,38 PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"	18,38 PINGO DOCE CARRASQUEIRA + "SESIMBRA +"
19	PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"	24,14		24,14 PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"	24,14 PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"	24,14 PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA "SETUBAL + MOITA"
20						
21						
22						

Figura 24 - Opções divididas por viagens

Como podemos observar pela figura 24, cada coluna contém um grupo de viagens, de acordo com as características definidas, sendo que, para além do nome da combinação (com indicação da zona de transporte) tem a rentabilidade de cada viagem. Nesta fase as opções são ordenadas por rentabilidade, permitindo que dentro de cada grupo, o local com maior rentabilidade se encontre na 1ª célula da coluna.

A solução é obtida através destes grupos, analisando as viagens que se encontram na 1ª célula de cada coluna, uma vez que são as viagens com valores mais altos de rentabilidade. Para isso, é necessário analisar de forma individual o turno da manhã e da tarde, para descobrir se é mais rentável, para cada turno, fazer as 2 viagens mais rentáveis com duração de 0,25, ou se por outro lado, se se maximiza a rentabilidade realizando uma viagem com duração de 0,5. Assim, a ferramenta soma a rentabilidade da melhor hipótese da viagem 1 com a melhor hipótese da

viagem 2, e compara esse valor com o da rentabilidade da melhor hipótese da viagem 1e2 (grupo das que podem ser feitas na 1ª ou 2ª viagem, com duração de 0,5). Ao comparar essas duas rentabilidades, o maior valor é o que fica como a solução a ser realizado pelo carro fixo no turno de manhã.

O mesmo acontece para o turno da tarde, onde são comparadas as rentabilidades dos dois casos, e o que tiver a maior rentabilidade é a combinação que fica como solução para esse carro fixo durante o turno da tarde.

O processo de obtenção da solução é igual para as 3 resoluções possíveis. Temos aqui o exemplo de uma solução, em que de manhã o mais vantajoso foi a realização de 2 viagens, enquanto que no turno da tarde o mais rentável é o carro realizar uma só viagem, com duração de 0,5.

	N	O	P	Q	R
1	Viagem 1	Viagem 2	Viagem 1e2	Viagem 3	Viagem 4
2	PA TRAJOUCE + PA OEIRAS "S.DOMI	PA AMORA + PA MARCO DO GRILO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DO CONDE"	PA AMORA + PA MARCO DO GRILO "AMORA - SE	PA AMORA + PA MARCO DO GRILO "AMORA - SETUBAL + QUINTA DC	
3					
4					

Figura 25 - Exemplo de solução

Nesta fase a ferramenta apresenta melhor solução consoante as hipóteses que temos, no entanto, é necessário lembrar que cada viagem pode estar associada a mais que um grupo de viagens, o que pode levar a que, caso essa hipótese seja a melhor opção em mais do que um grupo, a mesma hipótese esteja presente na solução mais do que uma vez, o que não é viável, pois o mesmo local só pode ser abastecido uma vez. Nestes casos, essa hipótese vai ter que ser removida de uma das viagens, e o que a ferramenta faz nesta fase é perceber onde essa troca constitui uma menor perda para a rentabilidade final.

Assim, inicialmente o programa verifica se na solução encontrada existem viagens com nomes duplicados. Caso isso não aconteça, a solução está aprovada e é mantida, mas caso contrário, é feito o cálculo de perda com as possíveis alterações. Havendo pelo menos uma hipótese repetida na solução, a ferramenta vai detetar quais são os números das viagens em que essa hipótese está presente. Para cada uma dessas viagem onde se encontra a hipótese repetida, a ferramenta calcula a diferença de rentabilidade entre a melhor opção e a 2ª melhor opção desse grupo, calculando a perda de se trocar essa hipótese da solução final. A viagem que tiver maior perda

não pode ser trocada, pois essa alteração iria conduzir a uma maior perda de rentabilidade global da solução, logo, a viagem que tiver maior perda associada mantém a hipótese que estava repetida, e todas as outras viagens com a hipótese repetida, a ferramenta substitui-a, ao eliminar na coluna correspondente a 1ª linha (que continha a hipótese repetida), passando a estar na 1ª célula dessa coluna (desse grupo) a 2ª melhor opção. Depois de fazer isso para todos os grupos de viagem que têm a hipótese repetida e que não constituem a maior perda de rentabilidade, voltamos a obter uma solução.

A solução é obtida da mesma maneira, analisando os dois turnos e percebendo quais as melhores escolhas para maximizar a rentabilidade. Quando a nova solução é obtida, a verificação de duplicados é feita novamente, e este ciclo repete-se até que se obtenha uma solução sem locais repetidos. Quando essa situação é atingida, o ciclo acaba e a solução final é apresentada sob a forma de uma janela de informação, com a indicação de qual o local que vai ser abastecido em cada uma das viagens.

	N	O	P	Q	R	S	
1	Viagem 1		Viagem 2		Viagem 1e2		V
2	PA TRAJOUCE + PA OEIRAS	S.DOMINGOS DE RANA + OEIRAS	PA TRAFARIA + VEIGA & SEABRA, SA	TRAFARIA + CHARNECA CAPARICA			P
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

Microsoft Excel

Solução Final:  
VIAGEM 1 -> PA TRAJOUCE + PA OEIRAS  
VIAGEM 2 -> PA TRAFARIA + VEIGA & SEABRA, SA  
VIAGEM 3 -> PA AMORA + PA MARCO DO GRILO  
VIAGEM 4 -> PINGO DOCE QUINTA DO CONDE + PINGO DOCE MOITA

OK

Figura 26 - Informação da solução final

Esta fase final é igual para as três resoluções, no entanto, para o carro fixo do Norte com dois CE, para além do nome do local a abastecer, é necessário verificar se juntamente com o nome da viagem surge o símbolo “(M)”, caso isso aconteça, significa que essa viagem começa ou acaba no CE Matosinhos. No entanto, nesta solução pode acontecer que dentro de 1 turno, manhã ou tarde, exista uma das viagens com o (M) e a outra sem esse sinal, o que indica que uma das viagens passa por “Aveiro-local-Matosinhos” e a outra “Aveiro-local-Aveiro”. Analisando a



realidade do carro fixo do Norte com dois CE, podemos constatar que não é possível isto acontecer na realidade, uma vez que o turno tem de começar e acabar em Aveiro (devido às mudanças de motorista), logo, as duas viagens têm de começar e acabar em Aveiro, ou seja, nenhuma conter o símbolo (M), ou as duas conterem o símbolo (M), de forma a que a 1ª viagem seja Aveiro-local-Matosinhos, e a 2ª viagem seja Matosinhos-local-Aveiro.

Neste sentido, foi necessário criar forma de assegurar que as duas viagens do mesmo turno contêm o símbolo (M), e passam as duas por Matosinhos, ou então que nenhum contenha este símbolo, assegurando por isso que as duas viagens começam e acabam no CE Aveiro. Este passo é exclusivo de quando estamos a desenvolver uma solução para o carro fixo do Norte com dois centros de expedição.

Sabendo que o símbolo (M) aparece sempre no início da descrição da combinação, ao retirarmos os primeiros 3 caracteres de qualquer combinação, podemos desde logo verificar se o símbolo está presente na combinação, verificando se essa viagem passa ou não por Matosinhos. Se os dois, ou nenhum, passarem por Matosinhos (M), então a solução é válida, caso isso não aconteça, tem de ser feita a troca de uma das viagens desse turno que não está em conformidade. A troca é feita da mesma forma que a verificação de duplicados, pois é verificada a perda que resulta da troca de cada uma das viagens que não estão em conformidade, em relação à 2ª hipótese com maior rentabilidade dentro do mesmo grupo, para verificar a perda de eliminar/substituir essa hipótese. A que tiver menor perda é substituída pela 2ª melhor opção, enquanto a outra se mantém, seguindo o mesmo raciocínio quer para o turno de manhã como para o turno da tarde. A partir daqui é necessário verificar novamente se existem duplicados, e caso existam, proceder da mesma forma até os eliminar. O ciclo passa por verificar duplicados e eliminar as desconformidades, alternadamente, até que seja atingida uma solução que consiga respeitar as duas restrições, tendo no final uma solução possível e exequível também para esta resolução em específico.

## **5.2 Outras análises e funcionalidades**

A ferramenta oferece desta forma uma única solução combinada que respeita todas as restrições, no entanto, no final do processo o utilizador pode sempre analisar as hipóteses que não foram selecionadas, através do grupo de viagens que foram definidos anteriormente, uma vez que estes

no final se mantêm disponíveis. Assim, o utilizador pode ter um olhar crítico sobre a solução, e caso entenda que a mesma não seja totalmente satisfatória, pode procurar outras alternativas.

Existem muitos locais que à priori parecem não ter qualquer problema em ser alocados aos carros fixos, no entanto, devido a situações pontuais, pode acontecer que não sejam opções viáveis. Esses casos, que não estão definidos inicialmente como locais inviáveis, podem inclusive aparecer na solução final. Nessas situações, existe sempre a oportunidade de voltar atrás, apagar todo o processo e eliminar manualmente os dados de entrada aquelas situações que não queremos ver nas hipóteses, e a partir de aí aceitar com maior prontidão e segurança as soluções apresentadas.

Com o objetivo de facilitar a perceção do utilizador, aquando da abertura da ferramenta do Excel, é aberto automaticamente o menu inicial simples, com dois botões que levam a situações diferentes.

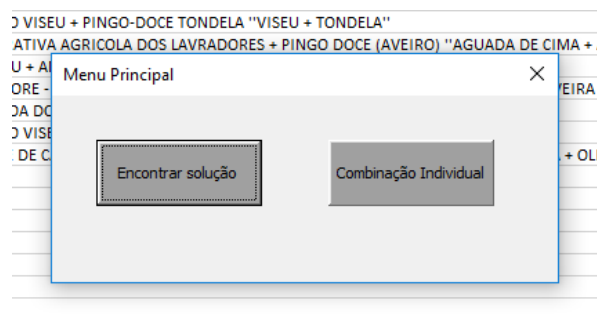


Figura 27 - Menu inicial

No caso de o utilizador querer usar a ferramenta na sua totalidade, clicar em “Encontrar Solução” leva-o diretamente à página onde se colocam os dados de entrada, que vão ser transformados numa última instância na solução final. Ao selecionarmos essa opção, a mensagem de quais as colunas preencher é evidenciada.

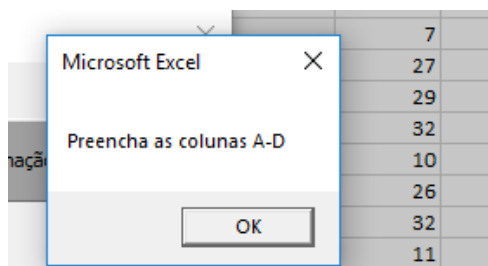


Figura 28 - Mensagem para colocar dados de entrada

A partir deste momento são preenchidas as colunas A-D, com os dados provenientes do sistema SAP, onde se encontram todos os locais com aprovisionamento para o dia seguinte, bem como as quantidades e as restrições horárias individuais.

A partir do momento que os dados estão todos definidos convenientemente, estão disponíveis os três tipos de resoluções explicados anteriormente. Para cada uma delas foi definido um botão que corre o código até atingir a solução final.

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Horário									
24									
1234									
1234									
1234									
234									
2									
1234									
1234									
1234									
23									
1234									
1234									
1234									
1									
1234									

Figura 29 - Botões das várias soluções

Um deles é para o carro fixo do Sul, e os dois seguintes servem para definir o carro fixo do Norte, havendo as opções, separadas, de se poder utilizar um ou dois centros de expedição. No final de cada um dos códigos associados a cada um dos botões, a solução final é apresentada.

Para o caso do carro fixo do Norte com dois CE, Aveiro e Matosinhos, depois da solução, ainda pode existir a necessidade de assegurar que dentro de cada turno, as duas viagens (ou nenhuma delas) passem por Matosinhos (M), de forma a que a troca de turnos ocorra com sucesso. Para

essa função existe mais um botão específico, o “Fazer Match Aveiro-Matosinhos”, que vai desenrolar o ciclo que assegura essa condição.



*Figura 30 - Botões suplementares*

Estes 3 últimos botões representados estão presentes na última folha, onde se encontra a solução. O “Limpar solução” elimina os dados todos gerados a partir dos dados de entrada, mantendo estes últimos intactos, estando assim pronto para gerar uma nova solução. O botão “Limpar tudo” limpa tudo o que foi gerado mais os dados de entrada, servindo essencialmente para uma fase onde já está tudo decidido e os dados não serão utilizados novamente.

Para além de poder gerar a solução diária para cada um dos carros, a ferramenta tem a facilidade de, perante uma dúvida individual que surja acerca da rentabilidade de um determinado local, oferecer essa informação ao utilizador. Conforme referido, no Menu inicial, existe também a opção “Combinação Individual”, que serve para o efeito. Ao clicarmos no botão, e preenchermos os dados presentes no formulário, o valor da rentabilidade é apresentado.

O botão “Menu Inicial” serve para abrir o menu que aparece aquando da abertura do Excel, e ao escolhermos a opção “Combinação Individual”, apresenta-se o seguinte formulário.

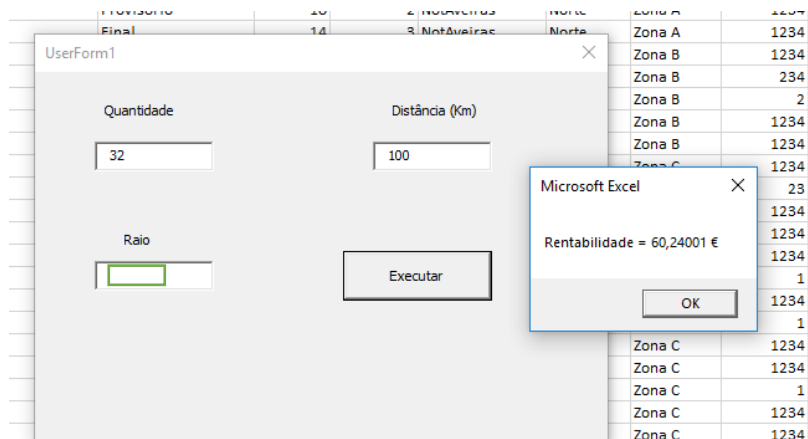


Figura 31 - Formulário combinação individual

Ao preencher-se os dados da combinação que queremos retirar informação da rentabilidade, e pressionarmos o botão executar, temos acesso ao valor da rentabilidade individual desse local. É uma função completamente independente do resto do código, e serve para questões pontuais, sem necessitar de obter esta informação procurando informações no meio da base de dados extensa e fazer cálculos através de fórmulas criadas na hora.

Desta forma, a ferramenta encontra-se completamente operacional, permitindo com relativa facilidade, através dos dados de aprovisionamento, auxiliar a decisão do utilizador de qual é, diariamente, a melhor combinação de cargas para os dois carros fixos existentes.

### 5.3 Evolução da ferramenta

Perante a conclusão da ferramenta proposta foi notório que o uso da mesma não apresenta grandes dificuldades, uma vez que só é necessário colocar os dados em bruto retirados do sistema, e consoante o objetivo, clicar no botão indicado para obter a solução. Para além disso, depois de ter utilizado a ferramenta com casos reais e de ter sido efetivamente utilizada para definir as viagens que foram alocadas aos carros fixos, pode-se afirmar que o tempo de execução da mesma são uns breves segundos, tempo suficiente para correr o código por inteiro, enquanto

que a decisão manual e por tentativas demorou sempre uns bons minutos, nunca chegando a existir a segurança de que a solução fosse a melhor possível.

No entanto, o código inicial desenvolvido não resultou da melhor maneira, sendo o processo de melhoria do mesmo bastante demorado, pois para além da dificuldade de tornar a ferramenta funcional, um dos problemas mais evidentes era o tempo de execução do código que inicialmente era bastante demorado, uma vez que este exigia demais do Excel. Todos os erros que foram aparecendo e as deficiências que foram sendo encontradas foram debeladas, chegando por fim a uma conclusão satisfatória acerca da parte funcional da ferramenta.

Uma das alterações mais importantes durante todo o processo esteve relacionada com os horários individuais de cada local. A abordagem inicial foi considerada sem os horários acabando por resultar numa lista de todas as combinações possíveis ao longo do dia, sem considerar a ordem das mesmas. Percebeu-se que esse não podia ser o caminho, e que antes de passarmos a definir as combinações diárias, era necessário definir quais as cargas que podiam ir na 1ª, 2ª, 3ª ou 4ª viagem, sendo nessa base que, posteriormente, acabou por assentar a resolução final.

Uma das melhorias implementadas para diminuir o tempo de execução das tarefas foi a forma como, a partir da lista de hipóteses, se chegou à solução final em última instância. Numa primeira resolução eram consideradas todas as combinações diárias, 4 a 4 e 3 a 3, que poderiam ser realizadas. O número de possibilidades era exageradamente elevado, provocando que o tempo de execução fosse de vários minutos, o que hipotecava desde logo um dos objetivos da ferramenta, que era o de criar uma decisão bastante célere. A alteração foi a de ir considerando viagem a viagem, ou seja, por grupos, a melhor opção, usando a informação dos horários, e assim, considerar unicamente a melhor solução, não perdendo tempo a estudar outras hipóteses que em termos de rentabilidade iriam ser sempre inferiores.

Outro aspeto foi a designação que a ferramenta utiliza com o procv para ir buscar a informação às bases de dados para o formato antigo (raio) e novo (km) para calcular a rentabilidade. Como cada zona de transporte tem vários clientes e postos, para facilitar o preenchimento da base de dados, e não criar um número exagerado de dados desnecessariamente, em vez de os postos com a mesma zona de transporte serem diferenciados, usou-se o nome da zona de transporte para definir todos os valores mencionados. Isto diminui o tamanho da base de dados e ao mesmo tempo evita que clientes que apareçam pela 1ª vez tenham de ser adicionados à base de dados, uma vez que a sua zona de transporte já está devidamente identificada.

Um dos problemas evidenciados na solução final, que a tornava inválida, foram as repetições de locais na mesma solução, pois o mesmo local não é abastecido duas vezes no mesmo dia. Foi preciso desenvolver um ciclo que fosse eliminando as repetições, sem nunca descorar a rentabilidade, conseguindo encontrar a melhor solução que respeita essa restrição.

Outra questão foi a existência do mesmo cliente, com a mesma designação de nome, poder ter instalações em locais diferentes do país, e consequentemente estar representado em zonas de transporte diferentes. Como na solução final, na fase de experimentação só aparecia o nome do posto/cliente, e não da zona de transporte, nessas situações era impossível descodificar qual a zona onde se encontrava cada um desses clientes com o mesmo nome. Para além disso, nestas ocasiões o nome ia ser o mesmo, e apesar dos clientes serem de zonas diferentes e terem de na verdade ser considerados como opções distintas, a ferramenta considerava que o cliente estava repetido na solução e eliminava um deles, contribuindo para que os dois clientes não pudessem estar numa solução comum, quando na realidade esse cenário seria válido.

Apesar de muitas das evoluções serem de imediata perceção, muitas delas só se verificaram depois da ferramenta estar operacional e ser testada convenientemente, contribuindo para a descodificação destas limitações.

## **5.4 Solver**

Através da ferramenta de Excel desenvolvida o objetivo proposto foi atingido, e depois de ser testada pode-se afirmar que o resultado é positivo. No entanto, enquanto o projeto estava a ser desenvolvido com auxílio de macros e VBA, foram aparecendo vários obstáculos que criaram a necessidade de procurar alternativas que pudessem ser mais eficazes. Desta forma, tentou-se arranjar uma nova solução que pudesse, numa fase posterior, ser comparada à ideia inicial para averiguar qual das duas seria a mais viável.

Neste sentido, foi considerada a alternativa de utilizar o Solver como resolução do problema de alocar as cargas com maior rentabilidade ao Carro Fixo. No entanto, desde logo foi perceptível que a fase inicial, desde o tratamento dos dados de entrada até à fase em que se obtinha a lista de hipóteses, não era possível realizar através desta ferramenta. A ideia baseou-se, por isso, em usar o código VBA da mesma forma para chegar à lista de todas as hipóteses possíveis e dentro das restrições definidas, dividindo em última instância essas hipóteses por grupos de viagens, consoante a sua restrição horária. Ou seja, até esta fase, quer a hipótese de utilizar na totalidade

o VBA como a hipótese de usar o Solver eram iguais, e o que iria diferenciar os seus resultados seria a última fase, a decisão.

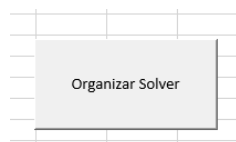


Figura 32 - Botão Solver

Assim, após as hipóteses estarem definidas e divididas por grupos, existe uma nova macro com código específico para organizar os dados de forma a facilitar a posterior utilização do Solver. O código VBA nesta fase vai alocar a cada um dos grupos de viagens algumas colunas que vão ter informações que serão aproveitadas pelo Solver para chegar à solução final.

Primeiro a macro dividiu o nome das combinações/hipóteses em duas colunas, de forma a que cada combinação tivesse os dois locais individuais bem definidos e pudessem ser contabilizados separadamente. A cada hipótese já estava confinada a coluna da rentabilidade, no entanto foi necessário adicionar uma coluna de duração dessa viagem, duas colunas de binário, referentes às duas colunas com os nomes dos locais individuais que constituem cada hipótese, e por fim duas colunas que dependem da 1ª coluna “Binário” (coluna E), que correspondem ao tempo despendido para aquela combinação, e a rentabilidade total conseguida com a mesma, caso seja usado, como demonstra a figura 33.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
			Rentabilidade	Duração	Binário		Restrição	RentaTotal			Rentabilidade	Du
1	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS)	59,18	0,25	1	1	0,25	59,18	PA AMORA	PA FERNÃO FERRO	38,6	
2	PA DAMAIA		51,5	0,25	0	0	0	0	0 PA RIO MAIOR O	PINGO DOCE RIO MAIOR	35,036	
3	PA AMORA	PA FERNÃO FERRO	38,6	0,25	0	0	0	0	0 PA VILA AMELIA N	PINGO DOCE QUINTA DO CONDE	30,824	
4	PA A16 SINTRA RANHOLAS E		37,58	0,25	0	0	0	0	0 PA VILA AMELIA N	PA VILA AMELIA S	27,5	
5	PA TRAJOUCE	PA OEIRAS	31,148	0,25	0	0	0	0	0 PA BENAVENTE E	PA PORTO ALTO N	13,868	
6	PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	PINGO DOCE MARRAZES	27,02	0,25	0	0	0	0	0 PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS		12,974	
7	PA ALVERCA		18,188	0,25	0	0	0	0	0 PA AMORA	PA VILA AMELIA N	11,06	
8	PA OEIRAS	PA ALGES	17,72	0,25	0	0	0	0	0 PA BENAVENTE E	PA BENAVENTE O	10,04	
9	PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS,LD		12,974	0,25	0	0	0	0	0 PINGO DOCE CARRASQUEIRA	PINGO DOCE QUINTA DO CONDE	8,3	
10	PA VIALONGA		11,978	0,25	0	0	0	0	0 PA VILA AMELIA S	PINGO DOCE CARRASQUEIRA	1,52	
11	PINGO DOCE CARRASQUEIRA	PINGO DOCE QUINTA DO CONDE	8,3	0,25	0	0	0	0			30,824	
12	PINGO DOCE CARRASQUEIRA	PINGO DOCE MOITA	5,42	0,25	0	0	0	0				
13	PA ALTA DE LISBOA		1,58	0,25	0	0	0	0				
14			59,18	0,25								

Figura 33 - Dados para o Solver



A coluna Restrição, refere-se ao tempo necessário para realizar uma determinada viagem, que surge da multiplicação do Binário pela duração associada anteriormente a cada viagem. Em cada viagem pode existir a duração de 0,25 ou 0,5, consoante o grupo de viagens que estamos a considerar, sendo que esta restrição serve para limitar o número de hipóteses utilizadas por grupo, podendo ser só uma usada. A coluna RentaTotal resulta da multiplicação do binário pela rentabilidade da hipótese, servindo para calcular a função objetivo. Abaixo destes dados são criados totais para as componentes Restrição e RentaTotal, resumindo as características das hipóteses selecionadas em cada grupo.

	AA	AT	AL	DA
	Rentabilidade	Somar as rentabilidades		
	Restrição Manhã	Somar soma da duração da viagem 1, 2 e 1e2		
	Restrição Tarde	Somar soma da duração da viagem 3, 4 e 3e4		

71

Depois de cada grupo de viagens ter todas estas informações definidas, bem como os totais de rentabilidade e duração, e do código VBA estar finalizado, o passo seguinte consiste em assegurar que não existem duplicados. Se no VBA a solução era atingida e só depois era verificada essa situação, neste caso é estabelecida à priori essa condição. No entanto, este passo tem de ser feito por observação direta, sendo bastante demorado porque requer que cada local individual tenha de ser considerado um a um, como podemos ver na figura 35.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Rentabilidade	Duração	Binário		Restrição	RentaTotal		
PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS)	59,18	0,25	1		1	0,25	59,18	PA AMORA
PA DAMAIA		51,5	0,25	0	0	0	0	0	PA RIO MAIOR O
PA AMORA	PA FERNÃO FERRO	38,6	0,25	0	0	0	0	0	PA VILA AMELIA N
PA A16 SINTRA RANHOLAS E		37,58	0,25	0	0	0	0	0	PA VILA AMELIA N
PA TRAJOUCE	PA OEIRAS	31,148	0,25	0	0	0	0	0	PA BENAVENTE E
PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	PINGO DOCE MARRAZES	27,02	0,25	0	0	0	0	0	PA PORTO ALTO N
PA ALVERCA		18,188	0,25	0	0	0	0	0	PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS
PA OEIRAS	PA ALGES	17,72	0,25	0	0	0	0	0	PA AMORA
PERFORMANCE IDEAL - COMBUSTIVEIS,LD		12,974	0,25	0	0	0	0	0	PA BENAVENTE E
PA VIALONGA		11,978	0,25	0	0	0	0	0	PINGO DOCE CARRASQUEIRA
PINGO DOCE CARRASQUEIRA	PINGO DOCE QUINTA DO CONDE	8,3	0,25	0	0	0	0	0	PINGO DOCE QUINTA DO
PINGO DOCE CARRASQUEIRA	PINGO DOCE MOITA	5,42	0,25	0	0	0	0	0	PA VILA AMELIA S
PA ALTA DE LISBOA		1,58	0,25	0	0	0	0	0	PINGO DOCE CARRASQUEIRA
		59,18	0,25						
PA TREMOCEIRA E (PORTO MÓS)	=E2+E7	PA RIO MAIOR O	1						
PA TREMOCEIRA O (PORTO MÓS)		1 PINGO DOCE RIO MAIOR	1						

Figura 35 - Eliminar duplicados

Nesta tarefa são observadas todas as combinações, e consideradas todas as hipóteses individuais que as constituem. Observa-se o 1º local individual e verifica-se, ao longo de todos os grupos onde esse local se repete e cria-se a soma de todos os binários que estão associados a cada uma das repetições desse mesmo local. Isso leva a que essa soma, que se encontra na coluna B a seguir a cada nome, como podemos ver na figura anterior, some os binários de cada local, refletindo o número de vezes que determinado local é utilizado. Fazer isto de forma iterativa para todos os locais individualmente.

Condicionando as células com esta soma, como poderemos verificar mais à frente na definição dos parâmetros do Solver, garante-se que cada local individualmente não é utilizado mais do que uma vez, assegurando desta forma que não existem locais duplicados, o que invalidaria qualquer solução.

No Solver é necessário definir alguns parâmetros e associá-los a células da folha Excel, como indica a figura 36.

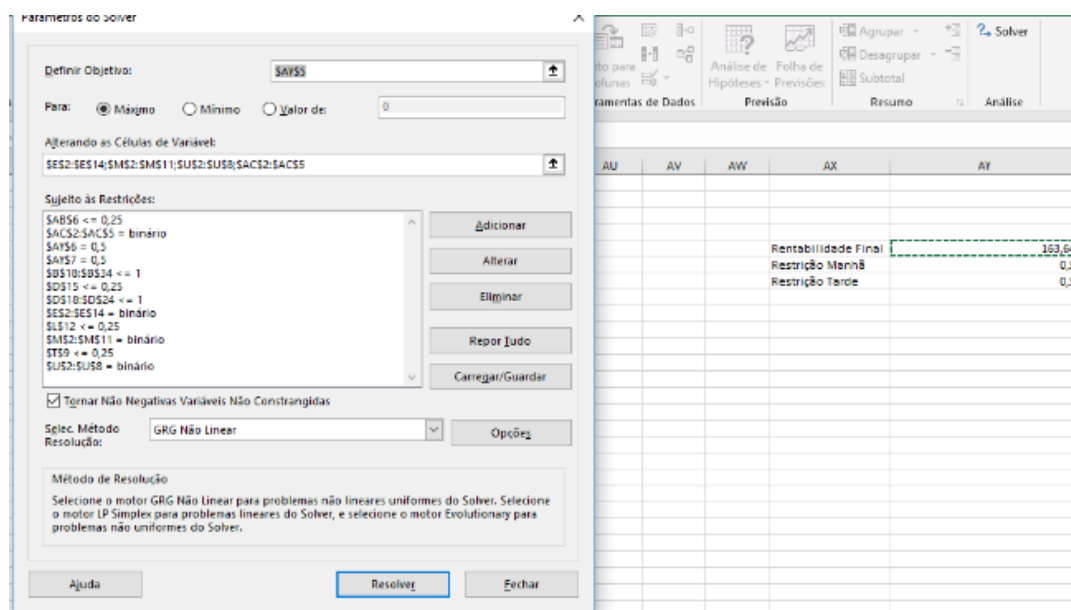


Figura 36 – Definição Solver

Tendo em conta que esta ferramenta vai ser usada para definir a melhor combinação de viagens a alocar a cada um dos carros fixos individualmente, a função objetivo depende da Rentabilidade Final. Na definição de objetivo é colocada a célula da Rentabilidade final, escolhendo a opção de maximizar essa célula, fazendo variar todas as células que vão ser colocadas no campo “Alterando as células de Variável”.

Depois de se definir o objetivo, o passo seguinte passa por identificar quais são as células que o Solver pode fazer alterar os valores, de forma a conseguir atingir o objetivo definido anteriormente. Como neste caso o objetivo é atingir a maior rentabilidade, escolhendo realizar as viagens para os locais mais vantajosos, as células a variar vão ser as colunas do binário, indicando quais das hipóteses são escolhidas, sendo que essa variação faz alterar as restrições de duração e a Rentabilidade Final. O programa vai então escolher os melhores valores a atribuir para essas células para maximizar a Rentabilidade Total, respeitando as restrições que garantirmos no passo seguinte.

Após serem definidas as células que podem variar, sendo consideradas as restantes células constante ou dependente das anteriores, o passo final consiste em definir as restrições do problema, ou seja, definir a gama de valores que determinadas células podem atingir. Uma delas é tornar as células que podem ser variadas pelo programa aquando da análise, em número binários, de forma a que toda a lógica explicada até agora seja aplicada. Então, as células que foram colocadas a variar pelo sistema são associadas a números binários, como é exemplo a figura 37. O programa durante a execução vai testar todas as combinações possíveis ao variar cada uma destas células, sendo que só podem variar entre 0 e 1.

B	C	D	E	F	G	H
	Rentabilidade	Duração	Binário		Restrição	RentaTotal
EIRA O (PORTO MÓS)	59,18	0,25	1		0,25	59,18
	51,5	0,25	0		0	
FERRO	38,6	0,25	0		0	
	37,58	0,25	0		0	
	31,148	0,25	0		0	
E MARRAZES	27,02	0,25	0		0	
	18,188	0,25	0		0	
	17,72	0,25	0		0	
	12,974	0,25	0		0	
	11,978	0,25	0		0	
E QUINTA DO CONDE	8,3	0,25	0		0	
E MOITA	5,42	0,25	0		0	
	1,58	0,25	0		0	
	59,18	0,25				

1 PA RIO MAIOR O	
1 PINGO DOCE RIO MAIOR	
0 PA VILA AMELIA N	
1 PA VILA AMELIA S	
1 PA BENAVENTE E	
0 PA PORTO ALTO N	
0 PA BENAVENTE O	
0	
0	
0	

Adicionar Restrição

Referência de Célula:

SES2:SF\$14

Restrição:

bin

binário

OK

Adicionar

Cancelar

Figura 37 - Indicar células binárias

Para as células que contam a soma dos binários de cada local individual, a restrição é a de ser  $\leq 1$ , assegurando que não existem duplicados. Para além disto é necessário definir as restrições horárias, definindo as durações dos turnos, e assegurar que cada grupo de viagens é utilizado no máximo uma vez, respeitando os horários de descarga exigidos.

Como é demonstrado pela figura 38, definiu-se a soma das durações dos locais utilizados neste grupo de viagens como igual ou inferior a 0,25, ou seja, é o mesmo que dizer que aquele grupo de viagens tem no máximo uma hipótese escolhida, pois todas têm a duração de 0,25. Aplicando esta restrição para os quatro grupos de viagens que têm locais com duração igual a 0,25, asseguramos que para cada grupo de viagem, 1,2,3 e 4, é escolhida no máximo uma combinação. No entanto,

também existem dois grupos de viagens com a lista de locais cuja duração é 0,5 (ocupam o turno na sua totalidade). Para esses, a finalidade de restrição é idêntica, definindo a duração total dos locais escolhidos para esse grupo como menor ou igual a 0,5.

Rentabilidade	Duração	Binário		Restrição	RentaTotal	
59,18	0,25	1	1	0,25	59,18	PA AMORA
51,5	0,25	0	0	0	0	PA RIO MAIOR O
38,6	0,25	0	0	0	0	PA VILA AMELIA N
37,58	0,25	0	0	0	0	PA VILA AMELIA N
31,148	0,25	0	0	0	0	PA BENAVENTE E
27,02	0,25	0	0	0	0	PERFORMANCE IDEAI
18,188	0,25	0	0	0	0	PA AMORA
17,72	0,25	0	0	0	0	PA BENAVENTE E
12,974	0,25	0	0	0	0	PINGO DOCE CARRAS
11,978	0,25	0	0	0	0	PA VILA AMELIA S
8,3	0,25	0	0	0	0	
5,42	0,25	0	0	0	0	
1,58	0,25	0	0	0	0	
59,18	0,25					
PA RIO MAIOR O		1				
PINGO DOCE RIO MAIOR		1				
PA VILA AMELIA N		1				
PA VILA AMELIA S		0				
PA BENAVENTE E		0				
PA PORTO ALTO N		0				
PA BENAVENTE O		0				

Alterar Restrição

Referência de Célula:

Restrição:

\$D\$15

<=

0,25

OK

Adicionar

Cancelar

Figura 38 – Definir durações

A partir destas restrições para os seis grupos de viagens asseguramos que cada grupo individual tem só um escolhido, mas olhando para o turno como um todo, não garantimos que o turno não esteja sobrelotado. Pode acontecer que, se o programa escolher um local para a viagem 1, viagem 2 e viagem 1e2 (viagens com duração de 0,5), apesar de cada grupo ter só um local escolhido como ditam as restrições, o turno demoraria 1 de duração relativa, o que é impossível, tendo em conta que a duração da manhã e da tarde tem de ser de 0,5 cada.

Por isso, a última restrição é a de garantir que ou se faz, num determinado turno, uma viagem do grupo de hipóteses de duração 0,5, ou se faz duas de duração 0,25, garantindo que o conjunto é exequível dentro de um só turno. A célula que engloba todas as somas das durações dos grupos de viagens 1, 2 e 1e2, tem de ser restringida ao valor igual a 0,5; o mesmo acontece para o turno da tarde, restringindo as somas das durações para as viagens 3,4 e 3e4. Assegura assim, que as viagens escolhidas podem ser encaixadas num só turno e que ao mesmo tempo o turno é todo preenchido.

Ao serem definidas todas as restrições o programa está pronto para testar todas as hipóteses e maximizar a rentabilidade, encontrando uma solução viável.

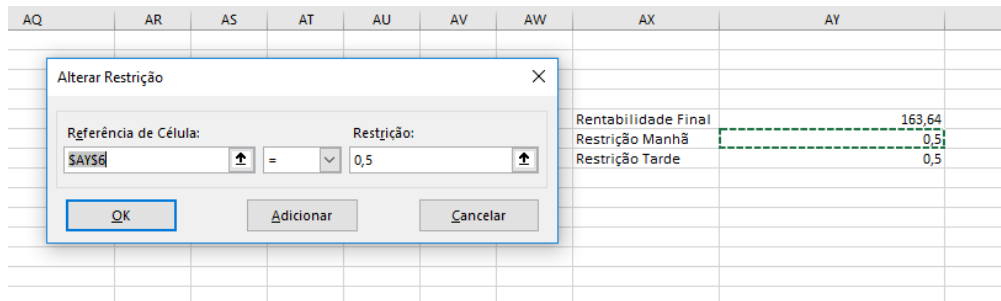


Figura 39 - Restrição duração por turno

O problema pode ser definido através de diversas variáveis e restrições ao ser representada a programação linear do mesmo. Inicialmente foi definido o objetivo do problema, que passava por rentabilizar ao máximo a poupança do valor a pagar pelas viagens realizadas. Assim, a função objetivo pode ser definida pela figura 40.

$$\text{Max Rentabilidade} = R1 + R2 + R3 \dots R$$

Figura 40 - Função objetivo solver

Os valores de R correspondem à rentabilidade das viagens que são hipóteses de serem alocadas ao carro fixo. O valor de R depende da realização ou não das viagens e da rentabilidade associada às mesmas, assumindo o valor "0" para os locais que não são selecionados.

$$R = x * \text{Rentabilidade} ,$$

sendo  $x = 0$  ou  $1$

Figura 41 - Rentabilidade individual solver

Caso determinada viagem se realize pelo carro fixo, a variável  $x$  assume o valor “1”, caso contrário assume valor nulo e o produto acaba por ser zero. Assim, durante a resolução o software faz variar este parâmetro, com o objetivo de maximizar a soma das rentabilidades. No entanto, existem restrições que condicionam os valores que as variáveis assumem, tal como demonstra a figura 42.

$$\begin{aligned}
 \text{s.a. } \sum x &\leq 4 \\
 \sum d &\leq 1 \\
 x &\in [0,1] \\
 \sum d_1 + d_2 &\leq 0,5 \\
 \sum d_3 + d_4 &\leq 0,5 \\
 \sum d_{12} &\leq 0,5 \\
 \sum d_{34} &\leq 0,5
 \end{aligned}$$

$d$ : somatório de todas as durações seleccionadas

$d_y$ : somatório das durações das viagens seleccionadas do grupo  $y$

$y = [1,2,3,4,12,34]$

Figura 42 - Restrições Solver

Como a variável  $x$  representa a realização de cada uma das viagens, o somatório de  $x$  correspondente a cada uma delas tem de ser no máximo quatro, uma vez que no máximo por dia só podem ser realizadas quatro viagens. Outro parâmetro que também ajuda a aproximar o problema da realidade é a duração relativa das viagens, que pode variar entre 0.25 e 0.5. O somatório das durações utilizadas não pode exceder o valor “1” pois se isso acontecesse não seria possível na realidade realizar todas as viagens durante os dois turnos existentes. Para além desta visão global de duração diária, também se verificam restrições de duração por turno, e o somatório da duração da viagem do grupo 1 mais a do grupo 2 não pode exceder os 0.5, o mesmo acontece com o turno da tarde. Se em vez de duas viagens com duração de 0.25, for realizada

uma viagem com duração 0.5, nesse turno não pode ser alocada mais nenhuma viagem, o que está representado no somatório das durações das viagens do grupo “12” e “34”.

Assim, ao fazer variar os valores de  $x$  o programa vai influenciar o valor final da função objetivo, ao mesmo tempo que respeita todas as condicionantes impostas pelas limitações reais.

## 5.5 Resultados

Este projeto tem como principal objetivo conseguir reduzir o valor global pago às transportadoras pelo serviço de entrega de combustíveis líquidos, através de um novo formato de atribuição de custos. Esse novo formato de custos podia ser útil caso fosse aplicada às viagens com características vantajosas, e por isso o estudo adquiriu grande importância para permitir rentabilizar a alteração.

O estudo passou por analisar ao longo de todo o período as cargas realizadas pelos dois carros fixos, e comparar o custo hipotético, através do formato antigo, que seria pago à transportadora que fazia o maior volume de cargas nestas zonas (transportadora A), com os valores pagos efetivamente, com o novo formato, à transportadora que disponibilizou os carros fixos (transportadora B).

O primeiro passo consistiu em agregar a informação toda da forma representada na figura 40, por isso, importou-se do sistema SAP a informação relativa a todas as cargas feitas pela transportadora B, nomeadamente as que foram feitas pelos carros fixos. Entre outras informações, a cada carga estão associados um raio e uma quantidade, que são posteriormente utilizadas para calcular o custo por carga.



D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cliente	Localidade	Centro Expedi	Imper	Raio	Km	Qt	Prc	apae	CT Base	Pedido	It	Tran	Descrição Transportadora	Carro Fixo	Preço raio	CT Antigo
OIL-SOC. GESTORA DE POSTOS	VILA NOVA DE GAIA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3470	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
OIL-SOC. GESTORA DE POSTOS	VILA NOVA DE GAIA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3460	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
OIL-SOC. GESTORA DE POSTOS	VILA NOVA DE GAIA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3450	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
OIL-SOC. GESTORA DE POSTOS	VILA NOVA DE GAIA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3440	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
3ERTO FONSECA MARTINS	FERREIRA DE AVES	CEPSA:Matosinhos	0,5	2	100			30		4500348992	3430	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
HEIO VISEU	VISEU	CEPSA:Matosinhos	0,5	2	100			30		4500348992	3420	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
/iseu	VISEU	CEPSA:Matosinhos	0,5	2	100			30		4500348992	3410	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
/iseu	VISEU	CEPSA:Matosinhos	0,5	2	100			30		4500348992	3400	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
GO-DOCE TONDELA	TONDELA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3370	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
GO-DOCE TONDELA	TONDELA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3380	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
GO-DOCE TONDELA	TONDELA	Prio Aveiro	0	2	100			30		4500348992	3390	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Norte		
lita de Lisboa	LISBOA SUL	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3270	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
lita de Lisboa	LISBOA SUL	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3260	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
lita de Lisboa	LISBOA SUL	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3250	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
lita de Lisboa	LISBOA SUL	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3240	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
ernão Ferro	FERNÃO FERRO - SETÚB	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3230	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
ernão Ferro	FERNÃO FERRO - SETÚB	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3220	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
Marco Grilo	QUINTA DO CONDE	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3210	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
Marco Grilo	QUINTA DO CONDE	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3200	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
Marco Grilo	QUINTA DO CONDE	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3190	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
GO DOCE MOITA	MOITA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3180	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
GO DOCE MOITA	MOITA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3170	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
GO DOCE MOITA	MOITA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3480	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
GO DOCE MOITA	MOITA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3790	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
/lita Chã	ST. ANT. CHARNECA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3780	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
/lita Chã	ST. ANT. CHARNECA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3770	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
/lita Amélia N	COINA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30		4500348992	3760	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		
/lita Amélia N	COINA	Repsol:Aveiras	0	2	100			30	56,47 €	4500348992	3750	100721	TJA - TRANSPORTES J AMARAL S A	Sul		

Figura 43 - Folha custo transporte

Para o cálculo do custo do formato antigo, utiliza-se os dados do raio (€/m3) e da quantidade (m3), e obtém-se para cada carga o valor do custo hipotético, caso o formato antigo fosse o utilizado para cobrar as viagens em estudo: custo (carga) = quantidade \* raio. O custo do raio é da transportadora A, para compararmos com a situação mais usual.

Para realizar esta comparação e analisar os dividendos do uso dos carros fixos, obteve-se o custo dos carros fixos (formato novo), usando a informação fornecida pela transportadora B relativamente ao custo fixo total e aos km percorridos pelos carros fixos, usados para calcular o custo variável do novo formato. A partir desses dados foi calculado para o mês o custo do formato novo, adicionando o custo fixo total ao custo variável, que é calculado utilizando os km totais. Para facilitar a compreensão e dividir o custo total novo por cada uma das cargas, dividiu-se o valor total pago, pela quantidade total transportada nesse período por esses carros, obtendo o €/m3. Assim, para cada carga, o custo do formato novo pode ser obtido através de uma fórmula semelhante ao custo antigo: custo novo (carga) = quantidade \* Preço (€/m3). Todas as variáveis consideradas nestes cálculos estão discriminadas nos quadros coloridos que se encontram na figura 44.



Transportadora B							Transportadora B						
Mês	Raio	Quantidade	CT Antigo	CT Novo	€/m3 Novo	Balanço	€/m3	Quantidade	CT Antigo	CT Novo	€/m3 Novo	Balanço	€/m3
FevereiroNorte	3					-289,8521268	- 3,97 €					-186,9136668	- 2,56 €
FevereiroNorte	4					-1055,532439	- 6,32 €					-1033,821399	- 6,19 €
FevereiroNorte		2409,574	14 048,99 €	13 324,34 €	5,53 €	- 724,65 €	- 0,30 €	2409,574	13 768,50 €	13 324,34 €	5,53 €	- 444,16 €	- 0,18 €
FevereiroSul	1					556,3965301	7,05 €					558,7636501	7,08 €
FevereiroSul	2					1537,683589	5,22 €					1565,986885	5,31 €
FevereiroSul	3					156,6398413	1,63 €					292,0083013	3,04 €
FevereiroSul	4					-297,4659494	- 0,72 €					-243,6399694	- 0,59 €
FevereiroSul	5					-2290,440245	- 3,45 €					-2279,831557	- 3,44 €
FevereiroSul		1546,825	17 555,77 €	17 218,58 €	11,13 €	- 337,19 €	- 0,22 €	1546,825	17 325,29 €	17 218,58 €	11,13 €	- 106,71 €	- 0,07 €
MarçoNorte	1					1434,540179	2,15 €					1454,580779	2,18 €
MarçoNorte	2					344,7799306	0,31 €					451,0530826	0,41 €
MarçoNorte	3					-1148,697445	- 3,27 €					-653,7733447	- 1,86 €
MarçoNorte	4					-1962,303356	- 5,62 €					-1916,932576	- 5,49 €
MarçoNorte		2475,048	16 744,92 €	15 413,24 €	6,23 €	- 1 331,68 €	- 0,54 €	2475,048	16 078,31 €	15 413,24 €	6,23 €	- 665,07 €	- 0,27 €
MarçoSul	1					1317,417879	2,29 €					1334,692209	2,32 €
MarçoSul	2					700,1058159	0,45 €					848,8223919	0,55 €
MarçoSul	3					-313,2879791	- 3,13 €					-172,2513191	- 1,72 €
MarçoSul	4					-372,7640046	- 5,48 €					-363,9243946	- 5,35 €
MarçoSul	5					-3057,194311	- 8,22 €					-3051,242167	- 8,20 €
MarçoSul		2664,974	18 696,10 €	16 970,38 €	6,37 €	- 1 725,72 €	- 0,65 €	2664,974	18 374,28 €	16 970,38 €	6,37 €	- 1 403,90 €	- 0,53 €
		<b>24015,847</b>	<b>151 948,83 €</b>	<b>133 499,48 €</b>	<b>5,56 €</b>	<b>- 18 449,35 €</b>	<b>- 0,77 €</b>	<b>24015,847</b>	<b>148 928,45 €</b>	<b>133 499,48 €</b>	<b>5,56 €</b>	<b>- 15 428,98 €</b>	<b>- 0,64 €</b>

Figura 45 – Comparação dos 2 formatos de custo

Desta forma, organizou-se a informação dos custos de transporte, diferenciando os dois formatos, por mês e por raio, obtendo-se o balanço monetário dessa mudança. Podemos verificar que no mês de outubro só o carro fixo do Sul é que existia, e mesmo aí a quantidade transportada era menor uma vez que só a meio do mês é que entrou em vigor. A partir do mês de dezembro passou-se a ter dois carros fixos, ao adicionar-se a opção do carro fixo do Norte.

Aquando da comparação do valor gasto usando o formato novo e o formato antigo, surgiu a dificuldade de perceber qual seria o raio a usar para a simulação. Se por um lado a transportadora B foi quem realizou as cargas e é responsável pelo carro fixo, por outro a transportadora A era a responsável, na grande maioria das vezes, pelas cargas que estão em análise. Realizou-se por isso as duas comparações.

Pode-se observar na tabela que os dados estudados foram a quantidade transportada pelo carro fixo, o custo hipotético com sistema de raios (CT Antigo), o custo do novo formato de pagamento por km, e a diferença entre eles (Balanço). Caso o balanço assuma um valor negativo, significa que para esse período pagou-se um valor inferior daquilo que seria pago com o sistema de raios. Para além da comparação absoluta, podemos traduzir esse estudo na diferença do que se pagou em €/m3. Dividindo o valor pago pela quantidade (m3), e comparando os valores para os dois formatos de custos, podemos verificar qual a poupança conseguida com esta alteração.

Analisando os ganhos, podemos constatar que para cada um dos períodos o balanço é sempre positivo, o que desde logo confirma que o novo método tem as suas vantagens. Considerando o período de estudo como um todo, o ganho de utilizar o formato novo em detrimento do antigo, considerando os raios da transportadora B, é de 18.449,35 €, provocando uma descida de 0,77€ por cada m<sup>3</sup> transportado. Estes valores refletem a comparação entre os 2 formatos, considerando que as cargas iriam sempre ser alocadas a esta transportadora ao usar o sistema de raios.

O outro caso em análise, reflete melhor a realidade e as duas opções possíveis, pois as cargas em estudo eram realizadas pela transportadora A anteriormente. Isto acontecia muito por culpa dos valores de raios praticados, que eram mais baixos do que os da transportadora B. Apesar de os valores dos raios serem mais baixos e o custo por sistema de raios ser mais benéfico, comparando com a nova solução a diferença continua a ser bastante grande, mantendo a positividade do balanço monetário e da redução do custo do m<sup>3</sup>. O ganho situa-se nos 15.428,98€, refletindo-se numa redução de 0,64€/m<sup>3</sup> transportado.

Após uma visão global, podemos analisar separadamente os dois carros fixos e perceber se os ganhos e as vantagens refletem os benefícios dos dois carros ou se por outro lado existe uma grande discrepância nos ganhos entre eles. Somando o balanço do carro fixo do Sul obtemos o valor de 11.322,36 € no total, enquanto que o carro do Norte tem associado a si uma poupança no valor de 4.106,62 €. No entanto, o carro fixo do Norte só passou a existir em dezembro, enquanto que o estudo com o carro do Sul foi iniciado em outubro, logo o melhor indicador é a média de rentabilidade conseguida por mês, para cada um deles. Enquanto que o carro do Norte conseguiu ao longo dos quatro meses um ganho médio de 1.026,65 € por mês, enquanto que o do Sul foi responsável por uma rentabilidade de 1.887,06 € por mês.

Depois destes indicadores podemos confirmar com maior certeza que o carro fixo do Sul realizou cargas que compensaram bastante em termos de rentabilidade, obtendo resultados bem mais positivos que o do Norte. No entanto, torna-se claro que ambos são benéficos para os custos totais logísticos.

Para além desta análise, outros aspetos podem ser comparados com a situação utópica. Durante todo o período de estudo foram arquivadas as viagens realizadas pelos carros fixos, e guardadas informações relativas a elas como quantidades e km. Os km eram numa fase inicial provisórios, obtidos com a ajuda do google maps, no entanto, no final de cada mês a transportadora B enviava os km que efetivamente tinham sido contabilizados por viagem.

Ao compararmos as duas quantidades de km podemos verificar que os km esperados e os reais eram bastante diferentes, podendo ter várias explicações plausíveis. O objetivo foi analisar a perda originada em virtude de os km contabilizados serem consideravelmente superiores aos esperados.

	Distância (km) - prevista	Distância (km) - real	Quantidade
3	432	504	32
	224	234	32,006
	58,7	66	31
	148,4	152	29,996
3	342	392	32
	55,4	72	31,003
	174	186	32,008
	58,7	68	30,006
	435	468	30,001
	164	194	32,009
	289	308	31,999
	53,4	68	31,999
	333	394	32
4	423	450	29,998
	186	198	31
	72,1	158	32
	291	316	32
	148,4	152	33
	127	138	32

Figura 46 - Diferença de km previstos versus reais

Para cada mês, usando os km contabilizados pelos motoristas dos carros fixos, obtivemos um determinado valor a pagar, mas se os km tivessem sido aqueles que estavam programados, o valor a pagar seria muito inferior. Nesta fase, concentramo-nos nos custos variáveis, uma vez que os custos fixos não sofriam qualquer alteração, e auxiliámo-nos na base de dados alimentada ao longo do estudo, para calcular a perda.

	A	B	C	D	E	F
1	Mês	km previstos	Custo Previsto	Km Reais	Custo Real	Perda
2	OutubroSul	7256,4	3 483,07 €	7765	3 727,20 €	244,13 €
3	NovembroSul	13337,5	6 402,00 €	14839	7 122,72 €	720,72 €
4	DezembroNorte	8022,3	3 850,70 €	8552	4 104,96 €	254,26 €
5	DezembroSul	12569,6	6 033,41 €	13513	6 486,24 €	452,83 €
5	JaneiroNorte	14491,9	6 956,11 €	15370	7 377,60 €	421,49 €
7	JaneiroSul	15437,7	7 410,10 €	17142	8 228,16 €	818,06 €
3	FevereiroNorte	12699,9	6 095,95 €	13983	6 711,84 €	615,89 €
3	FevereiroSul	20700,4	9 936,19 €	22096	10 606,08 €	669,89 €
0	MarçoNorte	16576,6	7 956,77 €	17784	8 536,32 €	579,55 €
1	MarçoSul	19094,2	9 165,22 €	21004	10 081,92 €	916,70 €

Figura 47 - Perda com erros de km

Como podemos verificar, em todos os meses houve km contabilizados a mais do que aqueles que eram esperados, conduzindo a um valor total de 5.693,52 € ao longo dos 6 meses que se pagou a mais do que o esperado, tendo em conta as estimativas de distâncias realizadas anteriormente. Para além disso, a quantidade levada nas cisternas não foi sempre de 32 m<sup>3</sup>, que é considerada a quantidade ótima. O pagamento do novo formato não depende da quantidade, o que urge ainda mais a necessidade de levar a cisterna o mais cheia possível, algo que não era tão importante ao nível dos custos quando se falava de sistema de raios.

Por isso, foi estudada a hipótese ótima de ter cada uma das cargas realizadas pelo carro fixo com 32 m<sup>3</sup>, aproveitando ao máximo cada viagem, e a partir desses dados entender qual o peso em termos monetários de não otimizar todas as cisternas, simulando as mesmas viagens que foram realizadas. Assim, simulou-se para este caso, que sabemos que é bastante difícil de alcançar, qual seria o ganho tido com o novo formato em relação ao sistema de raios.

Para isso aproveitámos o estudo anterior da compactação dos dois métodos com dados reais, mas vamos recalculer a quantidade, dividindo-a adequadamente pelos raios dos locais. Assim, contou-se quantas cargas foram feitas pelo carro fixo, para cada raio, multiplicou-se 32(m<sup>3</sup>) e obteve-se a quantidade por raio.

Considerando os raios da situação mais realística, isto é, da transportadora A, o valor de poupança passa, no final destes 6 meses de 15.428,98 € para 17.099,24 €, ou seja, um valor total de 1.670,27 €. Este valor podia ter sido atingido caso cada uma das cargas feitas pelos carros fixos levassem sempre 32 m<sup>3</sup>, o que na teoria é uma situação fácil de atingir e sem necessidade de grande esforço, no entanto, devido às limitações dos postos e encomendas dos clientes tal não foi possível.

## 6. Conclusão

Observando os resultados podemos verificar que o objetivo do projeto foi conseguido. O valor pago pelo transporte das cargas escolhidas foi reduzido de uma forma substancial através da alteração do formato de pagamento. Esta mudança por si só tinha um potencial elevado, uma vez que a área dos raios relativos a cada centro de expedição é bastante grande, levando a que muitos locais e respetivos abastecimentos, tivessem custos por viagem iguais, quando a nível de distância de km aos CE eram bastante díspares. Por isso, torna-se natural que existam viagens que estão com preços de transporte sobrevalorizados, e o contrário também acontece.

Assim, e numa primeira instância, foi perceptível que diariamente podiam ser escolhidas cargas, quer para o carro do Norte quer para o carro do Sul, que trariam rentabilidades elevadas. No entanto, à medida que o estudo ia prosseguindo, e quando as viagens e os seus detalhes iam sendo arquivados, era notório que por vezes existiam viagens que tinham inclusive um balanço negativo, pois na teoria seria um local razoável para usar o novo formato, mas devido às variáveis não contabilizadas nesse estudo inicial (lista hipóteses), acabavam por se demonstrar como escolhas erradas financeiramente.

Para colmatar esta limitação e acabar com esses erros de decisão que ocorriam de forma recorrente, foi desenvolvida a ferramenta no Excel que escolhe, diariamente, entre as cargas programadas para o dia seguinte, qual a melhor combinação de viagens a serem alocadas aos dois carros fixos. O processo de elaboração da ferramenta foi demorado, mas depois de concluído revelou-se bastante útil, uma vez que permitiu otimizar a decisão e os consequentes resultados.

Por um lado, o tempo de execução do programa são breves segundos, o que contrasta com o processo demorado de observar todas as cargas programadas e procurar, consoante a lista de hipóteses, qual seria a melhor combinação, tendo sempre que considerar nessa análise as restrições horárias. Por outro, indica a melhor combinação, eliminando eventuais erros de julgamento, causados muitas vezes pela não consideração de todas as variáveis. A ferramenta Excel foi um grande impulsionador dos resultados obtidos.

Para além disso, a ferramenta dá a melhor combinação, tendo em conta todas as restrições e não contabilizando os locais que à priori estão excluídos para o carro fixo devido às suas características. Apesar disso, existem restrições diárias, como a alocação dessas cargas a outras transportadoras, ou o tipo de combustível que têm (cargas com gasóleo de aquecimento são logo excluídas), urgência de cumprir contratos dos CE, levando a que a melhor combinação não seja

por vezes escolhida. Assim, a ferramenta é eficaz, mas ainda assim, se não existissem tantas restrições de alocação de cargas aos CE e se fosse tudo muito mais linear, sendo a única coisa a ter em conta a rentabilidade das viagens, os resultados poderiam ainda ser mais satisfatórios.

Esta ferramenta considera todas as hipóteses reais, nomeadamente no que toca às quantidades. A quantidade das cargas faz variar bastante os valores do custo do formato antigo, influenciando por isso a rentabilidade de ser realizada pelo carro fixo. Durante o período de experimentação da ferramenta podemos verificar que muitas vezes a combinação final era diferente daquela que era esperada pelos utilizadores, indicando que efetivamente a ideia pré-estipulada tem falhas que são colmatadas com a ferramenta que consegue considerar todas as viagens. Com a experiência do uso da ferramenta, podemos dizer que esta em termos funcionais está completamente operacional, e os resultados vão de encontro ao objetivo esperado. No entanto, a ideia de que a tomada de decisão está sujeita a diversas limitações não desapareceu, e algumas delas são difíceis de colmatar.

Como foi explicado, desenvolveu-se 3 resoluções possíveis, consoante os CE usados. Para o caso do Sul não existe grandes dúvidas, mas para o Norte existe uma solução usando exclusivamente o CE de Aveiro, e outra usando Aveiro e Matosinhos. No entanto, devido a situações contratuais com os centros de expedição, durante grande parte do período em estudo o CE Matosinhos não foi utilizado, limitando o potencial de rentabilidade da solução.

Uma das grandes limitações já relatadas fez-se sentir aquando da alocação das cargas aos carros fixos, depois da ferramenta indicar qual a combinação mais rentável. Muitas vezes essa combinação não é possível por situações diárias que não são possíveis de prever. Sabendo de antemão que os carros fixos saem de centros de expedição específicos, existem ocasiões em que as viagens selecionadas pela ferramenta, devido a diversas restrições, não podem ser levantadas nesses CE, levando a que a viagem seja inadequada para o carro fixo. Para além disso, pode acontecer que as viagens mais rentáveis já estejam atribuídas à priori a outras transportadoras, por estarem assim predefinidas e ao mesmo tempo para que tenham volumes de viagens correspondentes à frota que possuem, o que invalida nestas ocasiões a escolha completamente livre das cargas do carro fixo.

Para além destas condicionantes de acordos com outros CE, o parque de tanques de Aveiro também tem as suas variantes, e o volume de combustível que tem de ser retirado dos tanques que possui varia. Existiram períodos em que a quantidade de combustível necessário expedir do parque de tanques próprio aumentou bastante, levando a que o próprio carro fixo do Sul tivesse



que fazer viagens para locais a Sul do país carregando os combustíveis a partir de CE Aveiro. Nestas ocasiões, o estudo pela ferramenta não faz sentido para o carro do Sul, pois os km e raios passam a ser contabilizados a partir de Aveiro. Em termos de custos não é o ideal, sendo muitos km a serem cobrados, em vez de realizar viagens mais curtas a partir de CE Aveiras. Estas restrições levam a que por vezes os carros fixos não possam fazer as cargas mais vantajosas.

Outra das limitações do método de previsão da rentabilidade entre os dois formatos, é o facto de o custo do formato novo, para uma situação de dois locais com raios diferentes, não sabermos qual a quantidade que vai para cada um dos locais, logo não sabemos qual vai ser a quantidade cobrada a um determinado valor de raio e ao outro, uma vez que neste formato de pagamento, a quantidade parcial entregue a cada local é cobrada de forma separada. No entanto, esta limitação não é muito evidente uma vez que, como já foi mencionado, na separação por zonas dos vários locais a abastecer, os locais que se encontram na mesma zona e que podem ser combinados têm em grande parte o mesmo raio.

Relacionado com a última, outra limitação é a de por exemplo, aquando do aprovisionamento, quem o realiza ter pensado conjugar uma carga combinada com dois locais que têm raios diferentes para o mesmo centro de expedição, hipóteses essas que não são consideradas pela ferramenta, pois um dos critérios de divisão por zonas foi a semelhança do raio perante o CE. Assim, pode acontecer que a hipótese/combinção pensada pelo responsável pelo aprovisionamento, possa não aparecer nem ser considerada nas hipóteses estudadas pela ferramenta. No entanto, na grande maioria dos casos as hipóteses com locais com raios diferentes não são vantajosas, porque nesse caso temos um local com o raio mais baixo, mas o local mais distante vai obrigar a uma viagem com muitos km, sendo a rentabilidade final prejudicada.

Os resultados globais de rentabilidade ainda podiam ser melhorados caso as melhores hipóteses diárias pudessem todas ser escolhidas, como é o caso dos postos noturnos, que recebem as cargas antes das 6 da manhã. Devido à sua localização, muitos desses casos são rentáveis, mas devido às restrições horárias, só um deles pode ser abastecido pelo carro fixo por dia, não podendo ser retirados todos os dividendos teoricamente possíveis.

Na solução do carro fixo do Norte as dificuldades foram muito maiores uma vez que havia especificações ao nível das soluções, nomeadamente no que às combinações diz respeito. Para o caso de Aveiras, o facto de existir apenas um centro de expedição, simplifica o processo de decisão, no entanto, para o carro do Norte, existindo a possibilidade de usar dois CE, Aveiro e

Matosinhos, foi necessário encontrar uma forma de abranger todas as situações possíveis, o que tornou a resolução muito menos linear e bem mais complexa, inclusive aumentando o número de restrições.

Observando a rentabilidade individual dos locais, verifica-se que quanto mais próximos os locais estão do início do raio (limite) melhor hipóteses constituem; o contrário acontece para os locais que estão no final do raio. Outra conclusão de fácil análise é de que os custos dos raios superiores a 3 estão bastante sobrevalorizados, estando por isso os locais no início desses raios superiores referenciados como locais bastante vantajosos. Se para o carro do Sul só foram considerados locais de raios 2, pois existem outros CE perto que constituem melhor opções de abastecimento para as outras hipóteses, para a zona do Norte foram usados muitos locais de raio 3 e 4, que se revelaram rentáveis. De salientar que as viagens mais longas, pelo facto de demorarem mais tempo a ser realizadas, diminuem a quantidade transportada durante o dia, por isso é necessário encontrar um equilíbrio entre a rentabilidade e a quantidade transportada.

Outro problema que por vezes ocorre é a consideração errada dos horários para os postos. Muitas vezes essa situação pode escapar a quem faz o aprovisionamento, ao não colocar essa informação nas observações, originando a falta dessa informação na ferramenta, levando a que esta considere que para esse determinado posto não há restrição de horário, o que não corresponde à verdade. Assim, por vezes resultam soluções que sugerem que locais sejam abastecidos de manhã quando na verdade os postos só podem ser abastecidos à tarde, ou o contrário, sendo este erro humano e limitável.

Uma das maiores dificuldades foi a de criar uma base de dados completa o suficiente para ter a informação, acerca de km, raio e duração, para cada uma das possibilidades de combinações de locais que aparecem diariamente. As hipóteses de combinações variam de dia para dia, mas o número de zonas de transporte existentes, que representam todos os postos e clientes, é bastante elevado, sendo impossível considerá-los todos de uma só vez e de forma completa. A resolução desta limitação é constante, sendo a base de dados alimentada diariamente com as novas combinações que aparecem e que ainda não estavam registadas até então, resultando dos dados de entrada retirados do SAP, contemplando as novas zonas de transporte ainda não contempladas. Se inicialmente as novidades eram muitas, a cada dia que passava o número de erros relacionados foi diminuindo, até que a base de dados ficará eventualmente completa.

## 6.1 Trabalhos futuros

Tendo em conta a rentabilidade retirada destes dois carros fixos, colocou-se a hipótese de adicionar mais um carro com as mesmas características. No entanto, observando a realidade pode-se afirmar que não existe um número suficiente de cargas com rentabilidade positiva, diariamente, para ter um carro adicional. Verifica-se que estes dois carros são rentáveis, mas as cargas que sobram e são cobradas pelo formato antigo não são rentáveis, na sua maioria, para serem alocados a um terceiro carro cobrado a km, adivinhando-se prejuízo caso essa decisão fosse tomada, sendo a situação agravada em dias com volume a transportar mais reduzido.

Existem outras melhorias que podem ser implementadas, mas para isso é necessário um processo contínuo e demorado, uma vez que são necessários estudos individuais e com grande foco em todos os fatores condicionantes. No entanto, no futuro a empresa pode optar por fazer um estudo mais aprofundado sobre alguns dos temas aqui referidos, o que no nosso entender pode conduzir a novas melhorias que complementem as já conseguidas.

Normalmente as transportadoras costumam fazer sempre as mesmas cargas, ou seja, já existem zonas específicas para cada transportadora, para facilitar a decisão da empresa, e ao mesmo tempo de facilitar a gestão do posicionamento das cisternas e respetivos motoristas por parte das transportadoras. No entanto essa distribuição pode ser estudada e redefinida, com o objetivo de diminuir os valores a pagar. A reestruturação pode ser feita tendo em conta os custos do raio de cada transportadora, que variam entre si, alocando as transportadoras consoante esses mesmos custos, de forma a que as transportadoras com preços mais competitivos para raios mais baixos realizem esses tipos de viagens, e as mais longas fossem feitas pelas transportadoras com custos mais baixos para raios superiores.

Concluindo, a ferramenta permite a partir das quantidades aprovisionadas, quer para postos quer para clientes, considerar todas as opções de cargas/viagens a serem realizadas para o dia seguinte, e a partir delas, e consoante todas as restrições inerentes, decidir quais são as melhores combinações de cargas para os 2 carros fixos, Norte e Sul. Permite, desde logo, dar ao utilizador uma ideia bastante real de qual será a rentabilidade que será conseguida, através deste novo formato de pagamento, conseguindo toda esta informação num curto espaço de tempo, sendo um elemento fulcral na otimização da solução.

Por outro lado, percebemos que este estudo não é totalmente linear, isto é, não se deve aceitar a solução de ânimo leve, uma vez que diariamente as condicionantes variam, e podem existir

soluções que não são possíveis, sendo necessário contornar essa situação, e procurar dessa forma a melhor solução exequível.

## 7. Referência Bibliográficas

- Ali, H. M. K., Farooq, M. U., Wasim, A., Jahanzaib, M., & Hussain, S. (2016). LEVERAGE OF OFFICE AUTOMATION IN A PUBLIC SECTOR ENGINEERING ORGANIZATION: PRE AND POST IMPLEMENTATION ANALYSIS. *Pakistan Journal of Science*, 68. Retrieved from file:///C:/Users/Pedro Aparício/Downloads/OfficeAutomationAHP16.pdf
- André, & Martins, A. P. D. (2008). *Outsourcing SI: riscos e benefícios para as organizações*. Univesidade de Lisboa. Retrieved from <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/3735>
- Apetro. (n.d.). Combustíveis - APETRO - Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas. Retrieved May 5, 2018, from <https://www.apetro.pt/setores-de-atividade/combustiveis/1670>
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- ENMC. (2018). ENMC - Introduções ao Consumo. Retrieved May 5, 2018, from [http://www.enmc.pt/pt-PT/atividades/mercado-de-combustiveis/indicadores/introducoes-ao-consumo/#gasolina\\_3;ton;2016\\_2017\\_2018](http://www.enmc.pt/pt-PT/atividades/mercado-de-combustiveis/indicadores/introducoes-ao-consumo/#gasolina_3;ton;2016_2017_2018)
- Esper, T. L., Fugate, B. S., & Davis-Sramek, B. (2007). LOGISTICS LEARNING CAPABILITY: SUSTAINING THE COMPETITIVE ADVANTAGE GAINED THROUGH LOGISTICS LEVERAGE. *Journal of Business Logistics*, 28(2). Retrieved from <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=f82deb28-8b5f-4751-aacd-8067acee7c96%40sessionmgr4009&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBLWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#db=heh&AN=27159457>
- Georgakopoulos, D., Hornick, M., & Sheth, A. (1995). An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and Parallel Databases*, 3(2), 119–153. <https://doi.org/10.1007/BF01277643>
- Gibson, B. J., Mentzer, J. T., & Cook, R. L. (2005). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: THE PURSUIT OF A CONSENSUS DEFINITION: Sistema de descoberta para FCCN. Retrieved January 22, 2018, from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=90f3333f-b5ea-4c82-9908-2e0629a28aa7%40sessionmgr4006&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBLWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=18559341&db=heh>
- Millman, Z., & Hartwick, J. (1987). The Impact of Automated Office Systems on Middle Managers and their Work: Sistema de descoberta para FCCN. Retrieved December 3, 2017, from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=c45b4a2e-ab67-4ea4-8046-66bb90eb1469%40sessionmgr104&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBLWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=4679959&db=heh>
- Neeraja, B., & Mehta, M. (2014). Supply Chain and Logistics for the Present Day Business. *Procedia Economics and Finance*, 11, 665–675. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00232-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00232-9)
- Petrache, A. C. (2015). LOGISTICS - EVOLUTION THROUGH INNOVATION: Sistema de descoberta para FCCN. Retrieved from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=9c00d5b0-00ec-4fbe-b426-fc18d1472e7e%40sessionmgr4006&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsY>

W5nPXB0LWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#db=bth&AN=117725662

- Reis, D. A. da S. (2014). *A Evolução da Distribuição Moderna em Portugal no Ramo Alimentar: a opção da subcontratação logística*. Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais. Retrieved from <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/7716>
- Škerlič, S. (2017). The impact of employee education and knowledge on the logistics processes in Slovenian companies. *Scientific Journal of Maritime Research*, 31(2). Retrieved from <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=206b10e9-1370-4445-9352-c3a7da96a101%40sessionmgr4010&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXB0LWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=129564340&db=a9h>
- Tayauova, G. (2012). Advantages and disadvantages of outsourcing: analysis of outsourcing practices of Kazakhstan banks. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41, 188–195. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.04.023>
- Teresa, G., & Evangelos, G. (2015). *IEEE ICALT'2015 : 2015 4th IEEE Int. Conf. on Advanced Logistics & Transport : May 20-22, 2015, Valenciennes, France : conference guide*. Retrieved from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=5f859b07-c297-4830-b314-5c54fe2e635a%40sessionmgr4009&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXB0LWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#db=edb&AN=108572755>
- Vaxevanou, A., & Konstantopoulos, N. (2015). Basic Principles the Philosophy of Outsourcing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 175, 567–571. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.01.1238>